OKTATÁSI HIVATAL

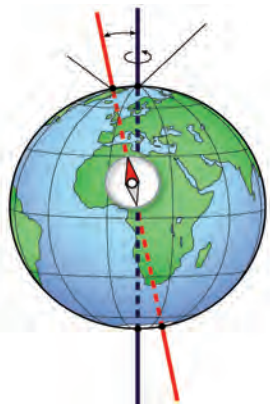
ÚJGENERÁCIÓS tankönyv

8



Fizika

generátor ellenállás csillagok energiafogyasztás mágnesesség elektromosság feszültség árapály áram földrengés



FIZIKA 8.

ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM
OKTATÁSKUTATÓ ÉS FEJLESZTŐ INTÉZET

A kiadvány tankönyvvé nyilvánítási engedélyt kapott a TKV/86-16/2018. (2018. 04. 10. – 2023. 08. 31.) számú határozattal.

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

A tankönyvvé nyilvánítási eljárásban közreműködő szakértők: KONDOR LÁSZLÓNÉ, NAGY KÁROLY

Tananyagfejlesztők: DÉGEN CSABA, KARTALY ISTVÁN, SZTANÓ PÉTERNÉ, URBÁN JÁNOS
Alkotószerkesztő: SZTANÓ PÉTERNÉ
Vezetőszerkesztő: TÓTHNÉ SZALONTAY ANNA
Tudományos szakmai szakértő: DR. FÜLÖP FERENC
Pedagógiai szakértő: GULYÁS JÁNOS
Olvasószerkesztő: GILÁNYI MAGDOLNA
Fedélterv: MARCZISNÉ REGŐS GABRIELLA
Látvány- és tipográfiai terv: JARECSNI ZOLTÁN, OROSZ ADÉL
Illusztráció: MEGYERI KATALIN, NAGY ZSÓFIA
Fotók: Wikipedia, Pixabay, Archív és a projekt keretében készült fotók

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

© Eszterházy Károly Egyetem, 2017

ISBN 978-963-436-118-3

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

Kiadásért felel: dr. Liptai Kálmán rektor
Raktári szám: FI-505040801/1
Műszakiiroda-vezető: Horváth Zoltán Ákos
Műszaki szerkesztő: Marczisné Regős Gabriella, Orosz Adél
Grafikai szerkesztő: dr. Medgyes Tamás, Molnár Loránd
Nyomdai előkészítés: Jarecsni Gabriella, Jarecsni Zoltán, Gados László
Terjedelem: 13,39 (A/5) ív, tömeg: 267,27 gramm • 1. kiadás, 2018

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

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

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

magyar nyomdatermék
NYOMDA- ÉS PAPÍRIPARI SZÖVETSÉG

Üdvözlünk a 8. osztályban

Szeretnénk érdekessé és könnyen elsajátíthatóvá tenni számodra a tananyagot!
Több dolgot hívtunk ehhez segítségül.


III. Elektromágneses indukció

A mágnesrúdnak két pólusa van. Az azonos pólusok taszítják, az ellentétes pólusok vonzzák egymást. Egypólusú mágnes nincs!
Az irányító egy kisméretű mágnes.

3. Kísérlet

Helyezzünk az asztalra papírlapot, műanyag kupakot, alumíniumból készült kulcsot, tűzhelyet, papírgalacsint, üvegpoharat, gumikarikát, vasszöget, és ha van: ezüstláncot, aranygyűrűt!
Kíséreljük mindegyikhez a mágnesrudat! Figyeljük meg, mit tapasztalunk!
Tapasztalat: A mágnes egyedül a vasszöget vonzotta magához, a többi tárgyra nem hatott.

4. Kísérlet

Mágnesrúd egyik végéhez érintünk szabad kénből készült tárgyat (pl. szöget), és helyezzük vasreszelék közelébe, majd vegyük el a mágnesrudat!
Tapasztalat: A vasreszelék a szöghöz ragad, de ha elvesszük a mágnest a szög közeléből, a vasreszelék lepottyan.

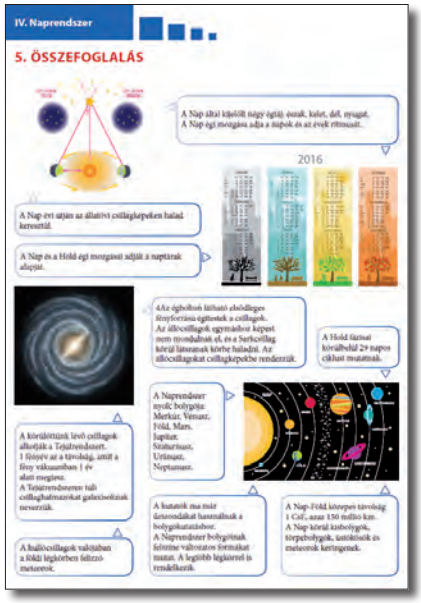
5. Kísérlet

Húzzuk végig hússzor a mágnesen a reszelővarró tűt, ugyanúgy arra, hogy mindig csak egy irányban érintkezzen a mágnes a tűvel! Ezután közelítsük a tűt apró szögekhez! Figyeljük meg, mi történik!
Tapasztalat: A tű mágnessé vált!

Különböző anyagok különböző képpen viselkednek mágnesre való érintkezés hatására. A légyvas mágnesezhető, de a mágnes elvétele után elveszíti mágneses tulajdonságát. Az acél is mágnessé válik, miközben a mágneses hatását huzamosabb ideig megőrzi. Az alumíniumot a mágnes nem vonzza. Minden anyag atomjai parányi mágnesként viselkednek. A permanens mágnesekben ezek rendezetten, egymást erősítve helyezkednek el. Azokban az anyagokban, amelyek nem mutatnak mágneses hatást, ezek a pici mágnesek össze-vissza, egymás hatását kioltva helyezkednek el. Ha az anyag mágnesezhető, akkor a közelébe vitt mágnes hatására a kezdetben rendezetlenül álló kis mágnesek egy irányba rendeződnek. Ha a külső hatást megszüntetjük, akkor az acél esetében ez a rendezettség hosszú ideig megmarad, permanens mágnessé válik, a légyvas esetén megszűnik, és a kis mágnesek ismét rendezetlenné válnak.

rendezetlen | rendezett | részben rendezett
mágneses | mágneses | nem mágneses

A kísérleteket zöld színnel jeleztük. A mellettük levő képek a kísérletek jelenségeit mutatják meg.


IV. Naprendszer

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A Nap által kijelölt négy égtáj: észak, kelet, dél, nyugat. A Nap égi mozgása adja a napok és az évek értelmezését.

2016

A Nap évi útján az állatövi csillagképeken halad keresztül.

A Nap és a Hold égi mozgását adják a naptárak alapjai.

Az égbolton látható elsődleges fényforrású égitestek a csillagok. Az állócsillagok egymáshoz képest nem mozdulnak el, és a Sarkcsillag körül látszanak körbe haladni. Az állócsillagokat csillagképekbe rendezzük.

A Hold fázisai körülbelül 29 napos ciklust mutatnak.

A körülöttünk lévő csillagok alkotják a Tejútrendszert. 1 fényév az a távolság, amit a fény vákuumban 1 év alatt megtesz.
A Tejútrendszernél több csillaghalmazokat galaxisoknak nevezünk.

A Naprendszer nyolc bolygója: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz.

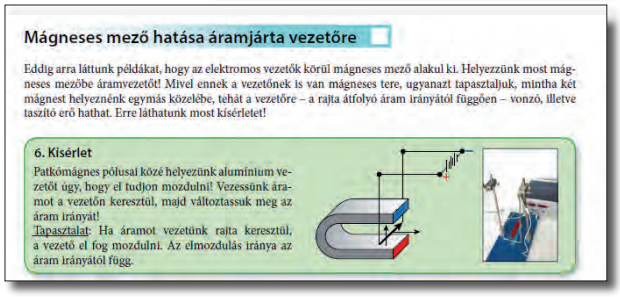
A kutatók ma már óriásodakat használnak a bolygókutatáshoz. A Naprendszer bolygóinak felfedése változatos formákat mutat. A legtöbb légkörrel is rendelkezik.

A Nap-Föld közepes távolság 1 CsE, azaz 150 millió km. A Nap körül kisbolygók, törpebolygók, üstökösök és meteorok keringenek.

A hulló csillagok valójában a földi légkörben felizzó meteorok.

Minden lecke és fejezet végén találsz egy összefoglalást a legfontosabb emlékeztetőkkel.

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


Mágneses mező hatása áramjárta vezetőre

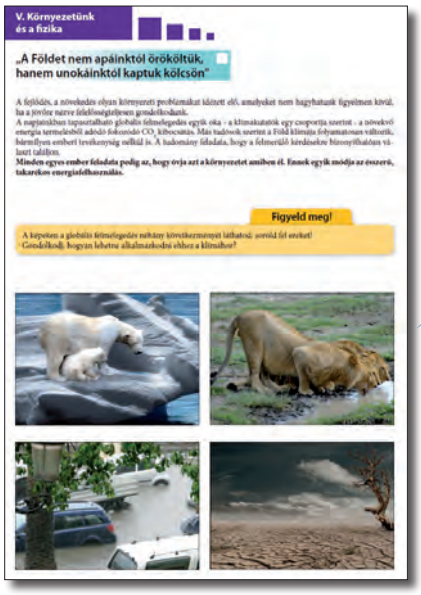
Eddig arra láttunk példákat, hogy az elektromos vezetők körül mágneses mező alakul ki. Helyezzünk most mágneses mezőbe áramvezetőt! Mivel ennek a vezetőnek is van mágneses tere, ugyanazt tapasztaljuk, mintha két mágnest helyeznénk egymás közelébe, tehát a vezetőre – a rajta átfolyó áram irányától függően – vonzó, illetve taszító erő hathat. Erre láthatunk most kísérletet!

6. Kísérlet

Patkómágnes pólusai közé helyezünk alumínium vezetőt úgy, hogy el tudjon mozdulni! Vezessünk áramot a vezetőn keresztül, majd változtassuk meg az áram irányát!
Tapasztalat: Ha áramot vezetünk rajta keresztül, a vezető el fog mozdulni. Az elmozdulás iránya az áram irányától függ.


4. ENERGIATAKARÉKOSSÁG A HÁZTARTÁSBAN

Minden család havi kiadásainak egy részét a közüzemi számlák teszik ki. Ezek közé tartozik a villanyszámla, a fűtésszámla, a víz- és csatornadíj.
Ha azt szeretnénk, hogy ezek a költségek minél kisebbek legyenek, takarékoskodnunk kell! Ne pazaroljunk: feleslegesen ne fogyasszuk a vizet, áramot, fűtőanyagot! A takarékoskodásunk nemcsak a pénztárcánkat kíméli, hanem a környezetünket is! Láttuk, hogy egész Földünkre kihat a környezetszennyezés, amit például a villamosenergia előállítása okoz.


V. Környezetünk és a fizika

„A Földet nem apáinktól örököltük, hanem unokáinktól kaptuk kölcsön"

A fejlődés, a növekedés olyan környezeti problémákat idézett elő, amelyeket nem hagyhatunk figyelmen kívül, ha a jövőre nézve felelősségteljesen gondolkodunk.
A napjainkban tapasztalható globális felmelegedés egyik oka – a klímakatasztrófa egy csoportja szerint – a növekvő energia termelésből adódó fokozódó CO_2 kibocsátás. Más tudósok szerint a Föld klímája folyamatosan változik, bármilyen emberi beavatkozás nélkül is. A tudomány feladata, hogy a felmerülő kérdésekre bizonyíthatóan választ találjon.
Minden egyes ember feladata pedig az, hogy óvja azt a környezetet amiben él. Ennek egyik módja az ésszerű, takarékos energiafelhasználás.

Figyeld meg!

A képeken a globális felmelegedés néhány következményét láthatod. Sorold fel őket!
Gondolkodj: hogyan lehetne alkalmazkodni ehhez a klímához?

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


I. Elektromos alapjelenségek

3. MOZGÓ TÖLTÉSEK, ELEKTROMOS ÁRAM

1. Gondolkozz és válaszolj!
„Ha áram van, minden van." – Mit jelenthet szerinted ez a mondás?

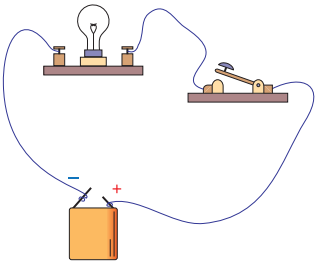
2. Írj össze 15 olyan eszközt, amelyet szinte mindennap használsz, és működése az elektromos áramon alapul.

3. Igaz (I) vagy hamis (H)? A megoldást a meghatározás előtti vonalra írd!
_____ Az áramerősség jele az „A".
_____ Az áram iránya megegyezik az elektronok áramlási irányával.
_____ A megállapodás szerint az elektromos áram a fonálvillámerősség pozitív pólusa felől folyik a negatív pólus felé.
_____ Az áramforrás negatív pólusa felől áramlanak az elektronok a pozitív pólus felé.
_____ A fémekben az áram iránya és az elektronok áramlási iránya ellentétes.
_____ Azonos keresztmetszetnél nagyobb áramerősség esetén a töltések gyorsabban áramlanak.
_____ Kisebb áramerősség esetén az áramkör azonos pontján ugyanannyi idő alatt kevesebb töltés áramlik át.
_____ Az átáramlott töltésmennyiség és az áramerősség között fordított arányosság áll fenn.
_____ Fémes vezetőben az elektronok sebessége megfogyhon kicsi.
_____ Az áramerősség-mérőn a mérendő áramnak át kell folynia.
_____ Ha adott töltésmennyiség fele annyi idő alatt halad át a vezetőn, akkor az áramerősség kétszeres.

A tananyag feldolgozását a könyvhöz tartozó munkafüzet is segíti.

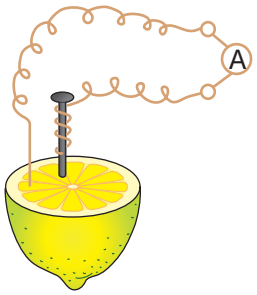
JÓ TANULÁST ÉS KELLEMES KÍSÉRLETEZÉST!

TARTALOMJEGYZÉK



I. ELEKTROMOS ALAPJELENSÉGEK

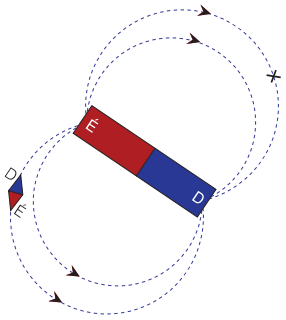
1. Elektrosztatikai jelenségek 6
2. Atomok, elektronok, vezetők, szigetelők 9
3. Mozgó töltések, az elektromos áram 12
4. Áramkörök 15
5. Feszültség, feszültségmérés 18
6. Ellenállás, Ohm törvénye 20
7. Az áram hatásai 23
8. Összefoglalás 27



II. AZ ELEKTROMOS ÁRAM

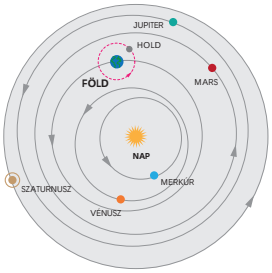
1. Az elektromos áram és az emberi szervezet 28
2. Fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolása 31
3. Áramforrások 34
4. Az elektromos munka és teljesítmény 37
5. A lakás elektromos hálózata 40
6. Napjaink elektromos eszközei 43
7. Összefoglalás 46





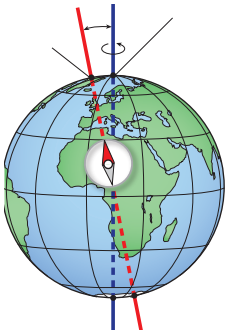
III. ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ

1. Állandó mágnesek, mágneses mező 47
2. Az elektromos áram mágneses hatása 51
3. Mozgási indukció, váltakozó feszültség létrehozása 54
4. Váltakozó feszültség, váltakozó áram 57
5. Nyugalmi indukció, transzformátor 62
6. Az elektromos energia szállítása 66
7. Összefoglalás 69



IV. NAPRENDSZER

1. A Nap és a Hold 70
2. A csillagok 73
3. Bolygók 76
4. A világegyetem 79
5. Összefoglalás 82



V. KÖRNYEZETÜNK ÉS A FIZIKA

1. A Föld fizikai tulajdonságai 83
2. Ami éltet és véd – a Föld légköre 89
3. Meddig bírjuk energiával? 94
4. Energiatakarékosság a háztartásban 100
5. Összefoglalás 104

1. ELEKTROSZTATIKAI JELENSÉGEK

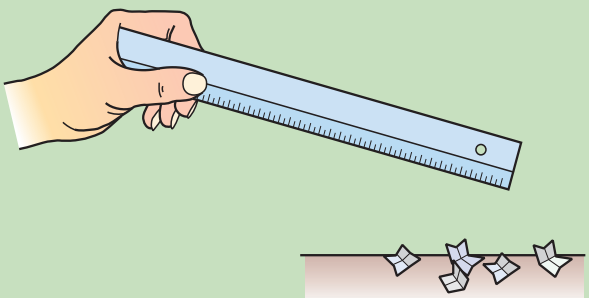
Elektromos állapot



A sztatikus elektromosság jelenségeivel nap mint nap találkozhatunk.
Ez a találkozás néha mulatságos: frissen szárított hajunk hosszabb hajszálai égnek állnak. Ugyanezt észlelheti a műanyag csúszdán lecsúszó kisgyerek is.
Máskor kellemetlen élményünk lehet: ha felállunk egy műanyag székről, vagy ha az autó kilincséhez érünk kiszállás közben, gyenge áramütést, szikrapattogást érzünk.
Gyúlékony anyag környezetében a szikra balesetveszélyt is jelenthet.
Ezeket az érdekes jelenségeket érdemes módszeresen megvizsgálni.

1. kísérlet

Műanyag vonalzót dörzsölj meg száraz papírral vagy szőrmével! Közelítsd az így előkészített vonalzót az asztalon fekvő apró papírdarabokhoz vagy osztálytársad hajához!
Tapasztalat: A vonalzó magához vonzza a papírdarabokat és a száraz hajat.



Néhány centiméteres vattadarabokkal még látványosabb a jelenség; meglepően nagy távolságról is odarepülnek a vonalzóhoz.

2. kísérlet

Különleges bűvészmutatványnak is beillik a következő kísérlet.
Egy csapból vékonyan csordogáló vízsugarat elhajlítunk egy megdörzsölt műanyag csővel.
Közelítsd-távolítsd a megdörzsölt csövet! Figyeld meg a vízsugár elhajlásának változását!



Az elvégzett kísérletekben a különböző minőségű anyagok összedörzsöléssel elektromos állapotba kerültek; feltöltődtek. Ebben az állapotban magukhoz vonzzák a közelükben lévő kisebb tömegű tárgyakat.
Részletesebben vizsgálhatjuk az elektromos állapotot a fizikaszertár eszközeinek segítségével: forgóállványos műanyag rúd, üvegrúd, selyemfonálon függő kisméretű habszivacsból készült inga, bőrdarab, szőrmedarab.

3–4. kísérlet

Szőrmével megdörzsölt műanyag rúddal közelítünk a habszivacs ingához.
Tapasztalat: Az inga kitérül a rúd irányába.

Bőrrel megdörzsölt üvegrúddal közelítünk az ingához.
Ugyanazt tapasztaljuk, mint az előző kísérletben.



Az inga kitérését azzal magyarázzuk, hogy a megdörzsölt műanyag, illetve üvegrúd erőt fejt ki az ingára. A jelenséget okozó erő neve: **elektrosztatikus erő**. Az elektrosztatikus erő eddigi kísérleteinkben vonzóerő volt.

5. kísérlet

Dörzsöljük meg szőrmével a forgóállványos műanyag rudat, bőrrel az üvegrudat. A feltöltött műanyag rudat helyezzük a tengelyre, és közelítsük hozzá a feltöltött üvegrudat.

Tapasztalat: A műanyag rúd elfordul az üvegrúd felé.



6. kísérlet

Szőrmével dörzsöljünk meg két műanyag rudat. Az egyiket helyezzük a tengelyre, és közelítsünk hozzá a másikkal.

Tapasztalat: A tengelyezett rúd elfordul a közelítő másik rúddal ellentétes irányban.



Az üvegrúd és a műanyag rúd között elektrosztatikus vonzóerő lépett fel. A két műanyag rúd között elektrosztatikus taszítóerő lépett fel. Az elektrosztatikus erő tehát vonzóerő és taszítóerő is lehet, tehát kétféle **elektromos állapot létezik**. **A tapasztalat szerint azonos elektromos állapotú testek között taszítóerő, különböző elektromos állapotú testek között vonzóerő lép fel.**

Az elektromos töltés, az elektromos mező

A tapasztalt jelenségeket a testben jelen lévő **elektromos töltések**nek tulajdonítjuk.
A töltés jele: Q, mértékegysége a coulomb (ejtsd: kulomb), jele: C.

Jó, ha tudod

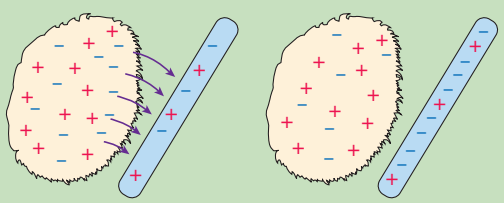
1 C elképzelhetetlenül nagy mennyiségű töltést jelent. 6,25 trillió elektron töltésének összege 1 C. Kísérleteinkben ennek csak töredéke fordul elő. Ha sikerülne két testre 1–1 C nagyságú töltést vinni, akkor azok még 30 km távolságból is 10 N nagyságú erővel hatnának egymásra.

Két töltés között fellépő elektrosztatikus erőt a köztük kialakuló elektromos mező közvetíti. A töltések körül kialakuló teret **elektromos mező**nek **vagy elektromos tér**nek nevezzük.
A fizikának a nyugvó elektromos töltésekkel foglakozó fejezete az **elektrosztatika**.
A kétféle elektromos állapotot kétféle elektromos töltés okozza, melyeket **pozitív**nak, illetve **negatív**nak nevezünk. Megállapodás szerint a bőrrel dörzsölt üveget pozitív töltésűnek, a szőrmével dörzsölt műanyagot negatív töltésűnek nevezzük. A műanyag rúd és a szőrme összedörzsölés előtt töltetlen; azt is mondjuk, hogy semleges töltésű.

7. kísérlet

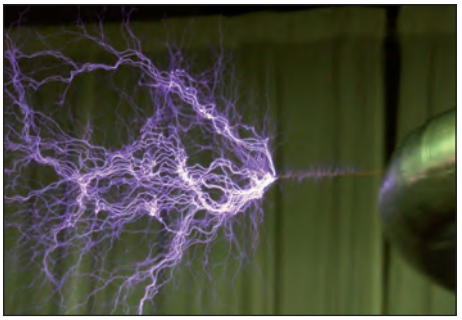
Állítsunk forgóállványra szőrmével megdörzsölt műanyag rudat!

Tapasztalat: A forgóállványra helyezett, feltöltött műanyag rúdra vonzóerőt fejt ki az a szőrme, amellyel feltöltöttük.
Dörzsöléskor a rúd és a szőrme ellentétes töltésűek lettek, tehát egymást töltötték fel.



A tapasztalat szerint összedörzsöléstől a két test töltésének összege nem változik!
Elektromos töltések dörzsöléskor nem keletkeznek. Összedörzsölés előtt mindkét testben azonos mennyiségű pozitív és negatív töltés van. Dörzsöléskor töltések kerülnek át egyik testről a másikra. A jelenséget töltésszétválasztásnak nevezzük.

Elektromos állapot megszűnése, szikrakisülés



Ha különböző előjelű töltéssel ellátott testek közel kerülnek egymáshoz, akkor hirtelen elektromos ív, szikra jelenik meg. A **szikrakisülés** következtében a felhalmozott töltések mennyisége csökken; a szikra gyorsan megszűnik. Ezt tapasztaljuk, ha műanyag padlón gyaloglás után fémtárgyat érintünk meg, vagy mozgás közben feltöltődött autó karosszériájához nyúlunk. Gyúlékony gáz jelenlétében ez a szikra veszélyes is lehet. Elektronikus eszközökben is okozhatnak kárt a feltöltődést követő jelenségek. Ez ellen úgy védekeznek, hogy megfelelő anyagok alkalmazásával megelőzik az elektrosztatikus feltöltődést, vagy a keletkezett töltéseket elvezetik (védőföldelés). A körülöttünk történő töltésszétválasztás és töltéskiegyenlítődés azonban legtöbbször észrevétlenül történik: a ceruzahegy és a papír, vagy a talpunk és a föld között. Töltéskiegyenlítődés megtörténhet a feltöltött test és a levegő között is.

Jó, ha tudod

Elektromos jelenségek a légkörben

A felhőket mozgásban lévő vízcseppek alkotják, melyek a levegővel súrlódva elektromos állapotba kerülnek.

A zivatarok idején keletkező villámokat a felhők elektromos töltésének föld felé történő kisülése okozza.



Nézz utána!

A lecke 5. és 6. kísérletében olyan esetekben tapasztaltunk erőhatást, melyekben előzetesen mindkét testre töltést vittünk. Az elektrosztatikus erőt ilyenkor a töltések közötti erőhatással magyarázhatjuk. Az ezt megelőzően leírt kísérletekben látszólag csoda történt: olyankor is tapasztaltunk erőhatást, amikor az egyik test (illetve a vízsugár) elektromosan töltetlen volt. Nézz utána annak, hogy ilyen esetekben milyen módon alakul ki a vonzóerő!

Összefoglalás

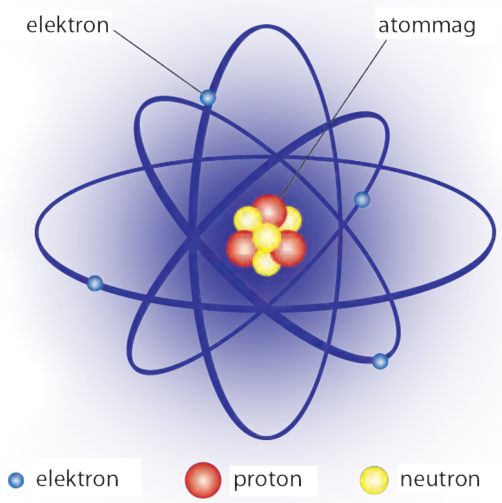
Bizonyos testek dörzsölés hatására elektromos állapotba kerülnek, feltöltődnek.
A feltöltődött testek kisebb tárgyakat, papírdarabokat magukhoz vonzanak.
Az elektromos állapotot töltések okozzák.
Kétféle töltés van: pozitív és negatív.
Az azonos előjelű töltések között taszítóerő, az ellentétes előjelű töltések között vonzóerő lép fel.
Az elektromos töltés jele: Q. Mértékegysége: coulomb, melynek jele: C.
A töltések körül kialakuló erőteret elektromos mezőnek nevezzük.
Az elektromos kölcsönhatást az elektromos mező közvetíti.

Kérdések, feladatok

1. Milyen elektrosztatikus jelenségekkel találkozhatunk a hétköznapokban?
2. Vonzás vagy taszítás jön létre
   a) a szőrmével megdörzsölt műanyag rúd és a szőrme,
   b) a két feltöltött üvegrúd között?
3. Ha bőrrel megdörzsölünk egy üvegrudat, akkor mindkét test feltöltődik. Mit tudunk mondani töltésük előjeléről és nagyságáról?

2. ATOMOK, ELEKTRONOK, VEZETŐK, SZIGETELŐK

Mi a magyarázata egy test pozitív vagy negatív töltésének?
Tudjuk, hogy minden test parányi részecskékből, **atomok**ból áll. Meghökkentő lehet hallani, hogy jelenleg mintegy 115 elem ismeretes, amelyek közül egyesek, az igen nagy rendszámúak, csak mesterségesen állíthatók elő, és rendkívül bomlékonyak. Az atomok is összetettek: **pozitív töltésű atommagból és az atommag körül mozgó negatív töltésű elektronokból állnak. Az atommag pozitív töltésű protonokból és semleges neutronokból áll.**
Egy-egy atomban a protonok és elektronok száma egyenlő, ezért az atom elektromosan semleges.
Ha szőrmével megdörzsöljük a műanyag rudat, a szőrme számos elektront elenged, átad a műanyag rúdnak. A szőrme így pozitív, a rúd negatív töltésűvé válik. Az egyik testen dörzsöléssel keletkezett elektrontöbblet okozza a test negatív töltését, illetve a másikon létrejövő elektronhiány okozza a pozitív töltést.



Vezetők, szigetelők

1. kísérlet

Próbáljunk meg egy fémrudat dörzsöléssel elektromos állapotba hozni!
Tapasztalat: Csak akkor sikerül, ha a fémet korábban műanyag nyéllel láttuk el.

A feltöltődött fémrúdhoz kézzel hozzáérve, az azonnal elveszíti a töltését.
A feltöltött műanyag vagy üvegrúd nem így „viselkedik”: elektromos állapotban marad akkor is, ha egy ponton megérintjük.
A fémekben a töltések elmozdulhatnak, a műanyagban és üvegben nem.
Az anyagokat elektromos vezetés szempontjából vezetőkre és szigetelőkre osztjuk.



A szigetelők elektronjai nem mozdulnak el könnyen. Szigetelő anyag pl.: műanyag, üveg, porcelán, gumi, száraz textil, száraz fa. „Tökéletes” szigetelő nem létezik, mert minden szigetelőanyaghoz lehet találni elegendően erős elektromos mezőt, ami már képes elmozdítani az elektronjait.
Vezetőkben az elektronok könnyen elmozdulnak. Ilyenek például a fémek, a sós víz, a vizes fa.

Jó, ha tudod



Porcelánból készült alkatrészek szigetelnek az elektromos távvezetékek és tartóoszlopuk között.



Elektromos szereléseknél használt fogók, csavarhúzók nyelét jól szigetelő műanyagból készítik.

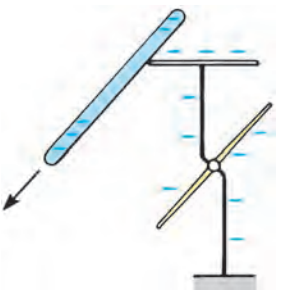


A villásdugó és a konnektor fémből készült csatlakozói elektromosan vezetnek; töltésáramlást tesznek lehetővé a villásdugó és a konnektor között. A szigetelő műanyag burkolat megakadályozza a töltésáramlást a kezünk és az elektromos hálózat között.

Az elektromos állapot kimutatására szolgáló eszköz az **elektroszkóp**.

Működése: Ha a töltetlen elektroszkóp gömbjéhez negatív töltésű műanyag rudat érintünk, a rúdról negatív töltések, azaz elektronok vándorolnak át az elektroszkópra. Ilyenkor a fémállvány és a mutató is negatív töltésű lesz. Az egynemű töltések közötti taszítóerő hatására a mutató kitér: jelzi, hogy az elektroszkópon töltés van.





Érdekesség

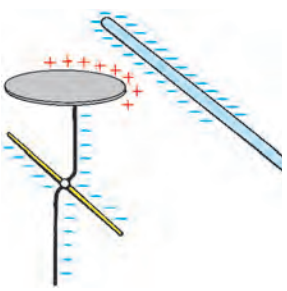
Az elektroszkóp mutatója akkor is kitér, ha a megdörzsölt műanyag rudat nem érintjük az elektroszkóphoz, hanem csak közelítjük hozzá.

A negatív töltésű műanyag rúd taszítóerőt fejt ki az elektroszkóp negatív töltésű elektronjaira. Ennek hatására megszűnik az elektroszkópban az elektronok egyenletes eloszlása. Az elektroszkóp gömbje elektronhiányos, tehát pozitív töltésű, a mutató pedig negatív töltésű lesz, ezért elektromos állapotot jelez.

A jelenség neve: **elektromos megosztás**. Elektromos megosztás során az elektroszkóp fémtestében az elektronok száma állandó, csak térbeli eloszlásuk változik.

Értelmezd a tankönyv 6. oldalán leírt kísérleteket az elektromos megosztás alapján!





Érdekesség

Miért pont az elektron a negatív töltésű?
A pozitív, illetve negatív töltés elnevezés egy amerikai tudóstól, Benjamin *Franklin*től (1706–1790) származik. Úgy gondolta, hogy csak egyféle mozgásra képes töltéstípus létezik; egy közvetlenül nem észlelhető, elektromos tulajdonságú folyadék. Ennek a folyadéknak a többlete okozza a megdörzsölt üvegrúd pozitív elektromos állapotát, hiánya pedig a negatívot. Ezen az előjelválasztáson akkor sem változtattak, amikor kiderült, hogy a pozitív elektromos állapotot töltéshiány okozza, a negatívot pedig töltéstöbblet. Így lett az elektron negatív töltésű.

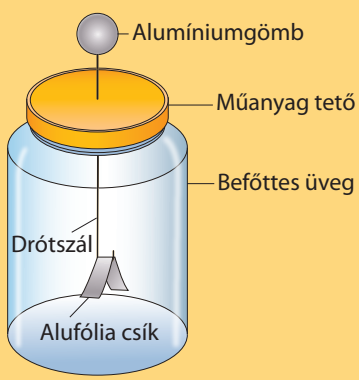


Összefoglalás

A testek elektromos állapota elektrontöblettel vagy elektronhiánnyal magyarázható.
Pozitív elektromos állapotú testekben a pozitív töltésű protonok vannak többségben, a negatív elektromos állapotúakban a negatív töltésű elektronok.
Semleges állapot a kétféle töltés azonos száma esetén van.
Testek szoros érintkezésekor elektronok kerülhetnek át egyik testről a másikra.
Az anyagokat elektromos vezetés szempontjából vezetőkre és szigetelőkre osztjuk.
Vezetőkben a töltések könnyebben elmozdulhatnak, mint a szigetelőkben.

Kérdések, feladatok

1. Milyen töltésű az a test, amelyben elektromos feltöltődés után több az elektron, mint a proton?
2. Szőrmével megdörzsöltünk egy műanyag rudat. Hasonlítsd össze a protonok és elektronok számát a
   a) műanyag rúdban,
   b) szőrmében!
3. Elektromossággal dolgozó munkások védőfelszerelésének része a gumikesztyű. Miért?
4. Készíts elektroszkópot egyszerű eszközökből!







3. MOZGÓ TÖLTÉSEK, AZ ELEKTROMOS ÁRAM

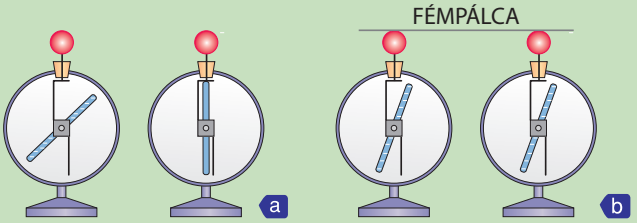
Tartós áramszünetekről szóló híradásokból tudjuk, hogy milyen súlyos zavarokat okozhat modern világunkban egy ilyen esemény. Elektromos árammal működnek a világító-, fűtő-, hűtőberendezéseink, közlekedési és telekommunikációs eszközeink, számítógépeink, internetünk, háztartási gépeink, az ipar és kereskedelem gépei és így tovább. Ebben a leckében az elektromos árammal ismerkedünk.

1. kísérlet

Töltések mozgatása

Dörzsöléssel feltöltött műanyag rúddal vigyünk negatív töltéseket az egyik elektroszkópra. Ekkor az elektroszkóp fémből készült részein elektrontöbblet alakul ki (a). Egy szigetelt nyelű fogóval megfogott fémrúd segítségével kössük össze ezt az elektroszkópot a töltetlen elektroszkóppal.

Tapasztalat: A töltött elektroszkóp mutatója a korábbinál kisebb töltést jelez, az eddig töltetlen pedig töltést jelez (b).



Az összekötő fémrúdon át a töltött elektroszkóp többlettöltéseinek egy része átáramlott a másikra, tehát **elektronok vándoroltak** a fémrúdban.

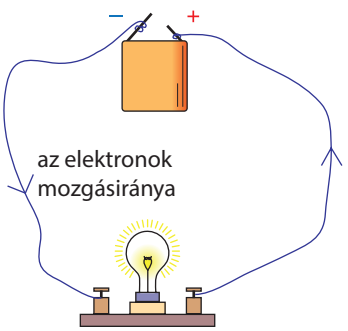
A kísérletben az elektronok áramlását az okozta, hogy az elektroszkópok különböző mértékben voltak feltöltve. A két elektroszkóp töltése nagyon hamar kiegyenlítődött, ezért az elektronok áramlása rövid ideig tartott.

Áramkör, áramforrás

A dörzsölési elektromossággal előállított áram nagyon gyenge és rövid ideig tartó jelenség.

Az az eszköz, amely képes a töltések áramlását tartósan fenntartani, az áramforrás.

Az elem is áramforrás. Két kivezetését megkülönböztetjük: pozitív és negatív pólusnak nevezzük. A pozitív póluson tartós elektronhiány, a negatívon tartós elektrontöbblet áll fenn. Ha kivezetéseit egy izzón keresztül összekötjük, **zárt áramkör** keletkezik.



Jó, ha tudod

Az elemről működtetett izzó a bekapcsolás pillanatában azonnal világítani kezd. Ezek után meglepődünk, ha megtudjuk, hogy az elektronok rendezett mozgási sebessége ebben az áramkörben mindössze néhány cm/perc.

Magyarázatként hasonlítsuk az elektronáramot a vízvezetékben áramló vízhez! A kerti csap megnyitásakor a víz nagyon gyorsan kibuggyan a locsolócső végén – akkor is, ha hosszú a cső. A víz áramlási sebessége a csőben azonban ennél jóval kisebb: amíg egy vízcsepp a vízművektől hozzánk érkezik, addig esetleg több nap is eltelik.

Áramerősség

A töltések egyirányú, rendezett mozgását elektromos áramnak nevezzük.
Az elektromos áramerősség jele *I*, mértékegysége az amper, melynek jele A.
Az *I* elektromos áramerősség ahányszor nagyobb, annyiszor több *Q* töltés áramlik egy vezetőben adott *t* idő alatt.
Az áram erőssége egyenesen arányos az időegység alatt átáramló töltés nagyságával.
Matematikailag leírva:

Az elektromos áramerősség		
jelekkel	szavakkal	mértékegységekkel
$I = \frac{Q}{t}$	áramerősség = $\frac{\text{átáramlott töltés}}{\text{eltelt idő}}$	1 amper (A) = $\frac{\text{1 coulomb (C)}}{\text{1 másodperc (s)}}$

1 A az áram erőssége akkor, ha 1 s (másodperc jele: s) alatt 1 C töltés halad át a vezető keresztmetszetén. Gyakran használjuk még az amper ezredrészét, a milliampert; jele: mA. 1 A = 1000 mA.
Fémekben a mozgásra képes töltés az elektron. Ezek áramlása jelenti az elektromos áramot.

Érdekesség

Néhány eszköz üzemeltetése közben jellemző áramerősség-érték:

– zsebszámológép: 1–5 mA;
– vezetékes telefon: 10 mA;
– izzólámpa: 0,1–0,6 A;
– mikrohullámú sütő: 5–10 A;
– vasaló: 2 A;
– villanybojler: 10 A;
– autók önindítója: 200–400 A;
– villanymozdony: 2000 A;
– alumíniumkohó: 60 000 A;
– villám: 5000 A–300 000 A.

Az emberi szíven áthaladó 1 mA erősségű áram már halálos lehet.

Érdekesség

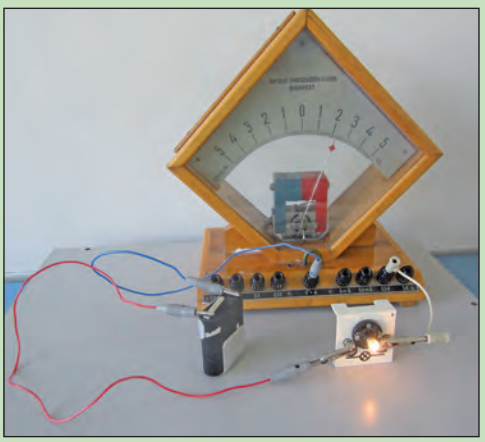
Az áram iránya – megállapodás szerint – **az áramforrás pozitív pólusa felől, a fogyasztón át a negatív pólus felé mutat.** Ez a pozitív töltések mozgásiránya (lenne). Az áram irányának egyezményes megállapítása akkor történt, amikor még nem tudták, hogy a fémekben a negatív töltésű elektronok mozgása jelenti az elektromos áramot. A fémekben a pozitív töltések nem mozognak. Az elektronok mozgásiránya pedig a negatív pólustól a pozitív pólus felé mutat. **Így a fémekben a – megállapodás szerinti – áram iránya és az elektronok mozgásának iránya éppen ellentétes.**

Áramerősség-mérés

Az áram erősségét ampermérővel mérjük.

2. kísérlet

Egy áramforrást és egy izzót tartalmazó áramkörben áramerősséget mérünk.
Az ampermérőt úgy kell az áramkörbe iktatni, hogy a műszeren átfolyjon a mérendő áram. Ahol az áramerősséget mérni akarjuk, ott az áramkört megszakítjuk, és az összeköttetést az ampermérőn keresztül helyreállítjuk.
Tapasztalat: Az ábrán látható árammérő műszer mutatója alaphelyzetben középen áll, és a mért áram irányától függően tér ki jobbra vagy balra. Az ilyen műszer középállású. Léteznek szélső állású műszerek is. Ezek egy irányban tudnak kitérni; bekötésükkor ezt figyelembe kell venni!



Jó, ha tudod



André-Marie *Ampère* (ejtsd: amper, 1775–1836) francia fizikus, kémikus, és matematikus. Az elektromos áram keltette mágneses mezőt vizsgálta, és az elektromos áramok egymásra kifejtett hatását is ő fedezte fel. Róla nevezték el az elektromos áram SI-mértékegységét.

Méréshatár



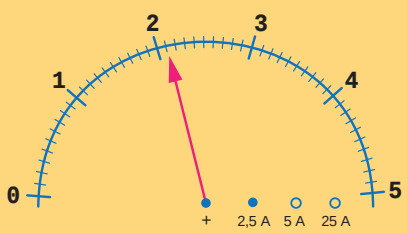
Egy árammérő műszert általában nagyon különböző erősségű áramok mérésére használjuk.
A mérés elvégzése előtt méréshatárt választunk.
A méréshatárnál nagyobb áram a műszert károsítja, ezért először mindig a vélhető legmagasabb méréshatárral kell mérni. A túl magas méréshatár beállítása esetén a mutatós műszer alig tér ki, ami a mérés pontosságának rovására megy; ilyenkor alacsonyabb méréshatárra kell váltani.

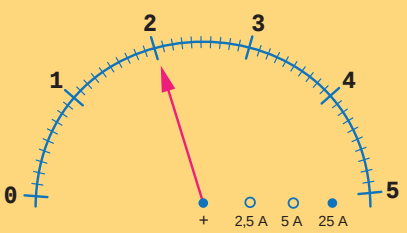
Összefoglalás

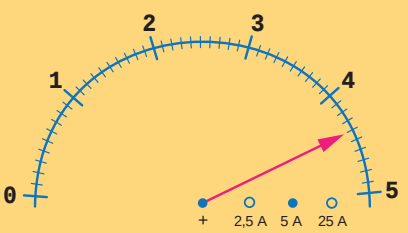
A töltések egyirányú, rendezett mozgását elektromos áramnak nevezzük.
A fémekben az áram erőssége az egységnyi idő alatt átáramlott elektronok számával arányos.
Az áramerősség jele: *I*, mértékegysége az amper, jele: A.
Az áram iránya az áramforrások pozitív pólusától a negatív felé mutat.
Az áram erősségét ampermérővel mérjük.

Kérdések, feladatok

1. A műszálas ruha levétele közben pattogó hangot hallunk. Miért?
2. Egy vezetőn adott idő alatt átáramló kétszer több töltés hányszor nagyobb áramerősséget jelent?
3. 200 mA méréshatárra beállított műszer mutatója a legnagyobb kitérés negyedénél áll. Mekkora a mért áramerősség?
4. Olvasd le a mérőműszerek által mutatott áramerősség-értékeket!







I = ... *I* = ... *I* = ...

4. ÁRAMKÖRÖK

Az áramkörök alkotórészei

Az áramkör **áramforrása** elektronokat mozgató „szivattyú”. Lehet egyenáramú vagy váltóáramú. Egyenáramú áramforrások: elemek, akkumulátorok, napelemek. Az egyenáramú áramforrás pozitív és negatív pólusa nem változik, ezért egyenáramú áramkörökben egy irányban folyik az áram.





Egyenáramú áramforrások



Váltakozó áramot szolgáltató generátor



A lakások elektromos hálózata váltakozó áramú

A fogyasztó az az eszköz, amin az áram valamilyen hatást kelt: világítóeszköz, melegítőeszköz, elektromos gép.



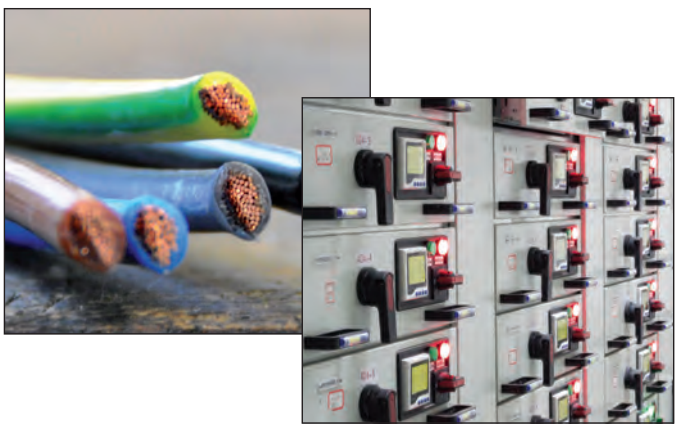






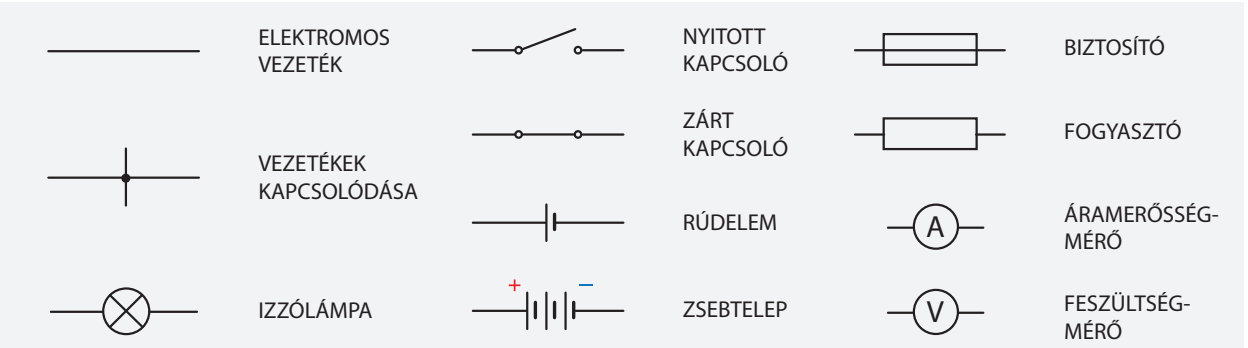
A vezetékek szerepe: az elektromos áram megfelelő helyre vezetése. Anyaguk fém: általában réz vagy alumínium. Nagyobb áramerősség esetén nagyobb keresztmetszetű vezetéket alkalmaznak. Legtöbbször szigetelő burkolat borítja a vezetékeket. Az épületek áramköreinek vezetékei a falban haladnak, a kültéri vezetékeket oszlopokra erősítik, vagy föld alatt vezetik a kábelt.
A kapcsolók az áramkör ki- és bekapcsolását végzik – az áramkör megszakításával és zárásával. Nyitott áramkörben nem folyik az áram.



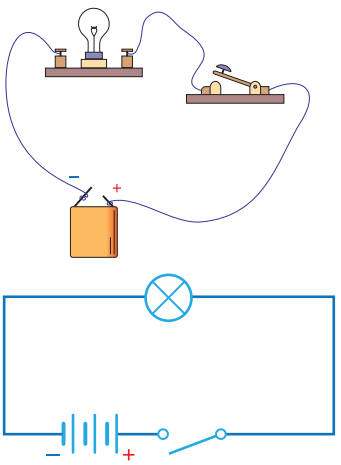


Áramköröket kapcsolási rajzokon ábrázolunk. A kapcsolási rajzokon egyszerűsített jelöléseket alkalmazunk, egyezményes áramköri jelekkel.

A leggyakrabban használt szimbólumok:



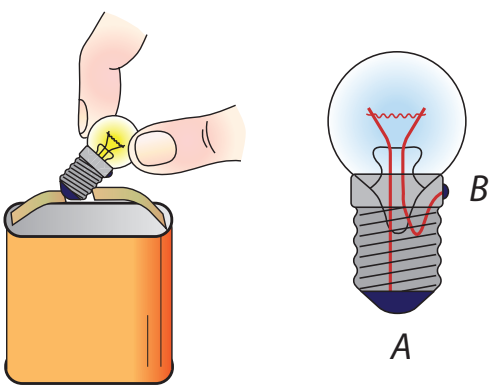
Az egyszerű áramkör



Áram csak zárt áramkörben folyik. A kapcsoló nyitásával megszakított nyitott áramkörben nem folyik áram.

A vezetékek a valóságban sokszor girbe-gurbák. Áramköri rajzokon ezt nem vesszük figyelembe; egyenes vezetékeket, derékszögű elágazásokat és kanyarokat rajzolunk.
Az előző áramkör kapcsolási rajza a már megismert áramköri szimbólumokkal látható.

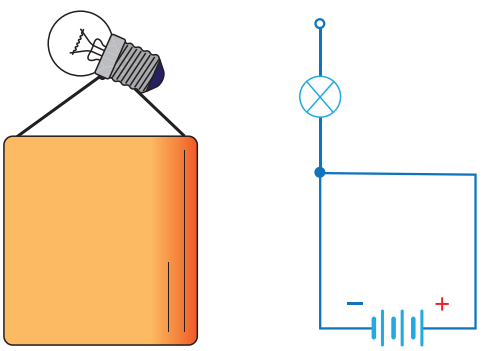
Jó, ha tudod



Az izzót foglalatban rögzítjük, amely az *A* és *B* pontokat az áramforrás sarkaival köti össze. Az izzóban ezen a pirossal jelölt úton folyik az áram.

Ha az izzó „kiég”, nem folyik áram. Ilyenkor az izzószálnál szakad meg az áramkör.

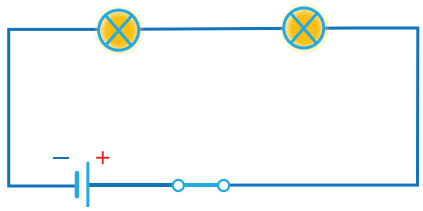
A zsebizzó izzószála nagyon vékony; szabad szemmel nehéz észlelni, ha elszakad. Az ábrán látható módszerrel könnyű eldönteni a kérdést.



Aki ügyetlen, azzal megtörténhet, hogy a telep mindkét sarkát az izzó csavarmenetes felületéhez érintve előállítja az ábrán látható áramkört.
Kövesd végig az áram útját a zárt áramkörben! Mivel az izzón nem folyik áram, nem világít.
Az ábrán látható helyzet neve **rövidzárlat**. Rövidzárlat esetén az áramkörben erős áram folyik. Ez árt a telepnek, hálózati áramkörökben pedig tüzet okozhat, ezért kerülendő.

Egyszerű és elágazó áramkörök

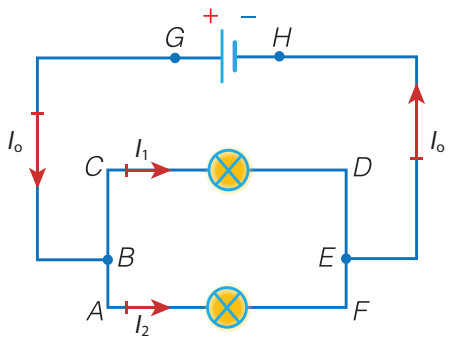
Egyszerű áramkörökben az áram az áramforrás egyik pólusától egyetlen úton juthat el az áramforrás másik pólusáig. Az áramkör egyetlen zárt hurkot képez, nincs benne elágazás. Az ilyen áramkör vagy egyetlen fogyasztót, vagy több egymás után, sorosan kötött fogyasztót tartalmaz.



Mi történik, ha az egyik izzót kicsavarjuk, vagy kiég?

Elágazó áramkörökben az áram útját követve két vagy több zárt útvonalon keresztül juthatunk el az áramforrás egyik pólusától a másikig. Az ilyen áramkör tartalmaz csomópontokat, ahol az áram útja elágazik. Az első csomópont előtti szakaszt főágnak, az egyes fogyasztókat tartalmazó ágakat mellékágnak nevezzük. Kövesd végig az elektromos áram útját az áramkörben!

Két különböző útvonalon tudsz eljutni az áramforrás egyik pólusától a másikig.
Az áramkörben két csomópont található: *B* és *E*. Ezek között található a két mellékág.
Az *EHGB* pontok közötti szakasz a főág, a két izzót ebben a körben párhuzamosan kapcsoltuk.

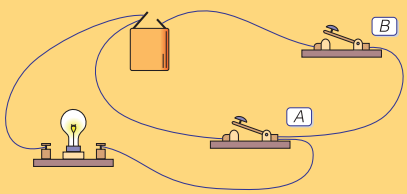


Összefoglalás

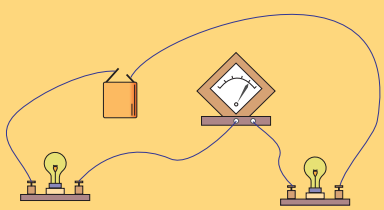
Az áramkörök fő alkotórészei:
– az áramforrás, a fogyasztó, a vezetékek és a kapcsoló.
Áramköröket kapcsolási rajzokon ábrázolunk egyezményes áramköri jelekkel.
Az áramkörök lehetnek egyszerű (elágazás nélküli) áramkörök és elágazó áramkörök.

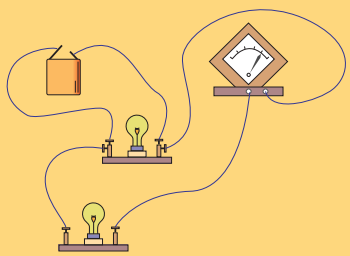
Kérdések, feladatok

1. Mekk Elek, a minden feladatot elvállaló, de semmihez nem értő „ezermester” olyan áramkör építését vállalta, amely két kapcsoló bármelyikének zárásával bekapcsol egy izzót.
   Összeállította a következő kapcsolást:
   Készítsd el Mekk Elek áramkörének kapcsolási rajzát!
   Mi történik ebben az áramkörben, ha
   a) mindkét kapcsoló nyitva van,
   b) ha csak az *A* van zárva,
   c) csak a *B* van zárva,
   d) mindkét kapcsoló zárva van?
   Milyen állapotot állít elő mindkét kapcsoló zárása?



2. Készítsd el az első feladatnak megfelelő helyes kapcsolási rajzot!
3. Rajzold le áramköri jelekkel a következő áramköröket!





5. FESZÜLTSÉG, FESZÜLTSÉGMÉRÉS

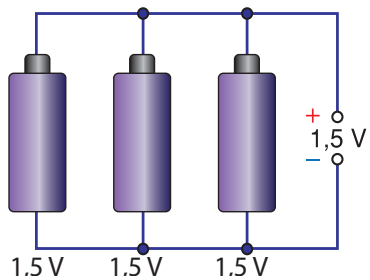
A feszültség mint töltésmozgató képesség

Zárt áramkörben az áramforrás töltéseket (elektronokat) mozgat a fogyasztón és a vezetékeken keresztül. Az elektronok azért mozognak, mert az áramforrás negatív pólusa taszítóerőt, a pozitív pólusa pedig vonzóerőt fejt ki rájuk. Mozgatóerő hiányában az elektronok lefékeződnének, mert a fogyasztó akadályozza a mozgásukat.
Az áramforrás töltéseket mozgató képessége: az áramforrás feszültsége.
A feszültség jele: *U*. **Mértékegysége a volt, melynek jele: V.**
A volt ezredrésze a millivolt, jele: mV. 1000 mV = 1 V. A volt ezerszerese a kilovolt, jele: kV. 1 kV = 1000 V.

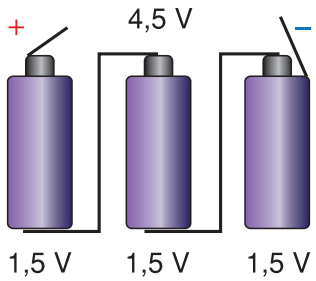
Jó, ha tudod

Mikroceruza-elem	Ceruzaelem	Zsebtelep	9 V-os telep	Góliát elem
				
1,5 V	1,5 V	4,5 V	9 V	1,5 V

Ha az egyező feszültségű elemeket azonos pólusaikkal kötjük össze, akkor az elemeket párhuzamosan kapcsoltuk. A kapott telep feszültsége ugyanakkora, mint egyetlen elemé. Elemek párhuzamos kapcsolását a gyakorlatban nem alkalmazzuk.



Egy zsebtelepben három rúdelem van ellentétes pólusaikkal sorba kapcsolva.



Az egyes rúdelemek feszültsége: 1,5 V.
A zsebtelepé: $U = 4{,}5$ V.

Sorba kapcsolt áramforrások feszültsége összeadódik.



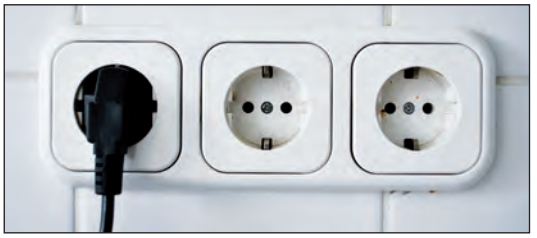
Az autó akkumulátorának feszültsége 12 V, 6 darab 2 voltos cella.

Nézz utána!

Hány volt feszültséggel működik ez a készülék?



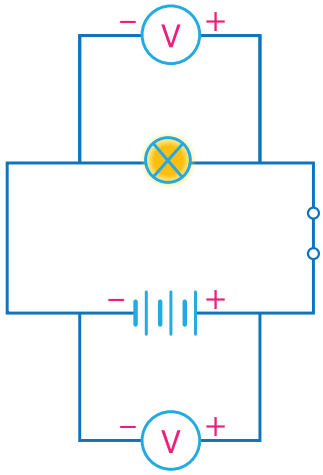
Gyakran tapasztalhatjuk, hogy zsebrádiók, elemmel működő villanyborotvák, vérnyomásmérők üzemeltetéséhez szükséges feszültséget több 1,5 V-os elem sorba kapcsolásával biztosítjuk. Az elemek készülékbe helyezésekor figyelni kell a helyes polaritásra.



A hálózati feszültség 230 V (váltakozó feszültség).

A lemerült elemeket, a többször fel nem tölthető akkumulátorokat csak kijelölt helyen szabad leadni.

Feszültséget mérünk



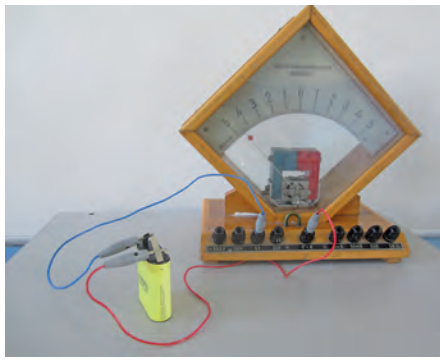
A feszültséget **voltmérő**vel, más néven **feszültségmérő**vel mérjük.

A **feszültséget** mindig az áramkör **két** kiválasztott **pontja között** mérjük.
Ha a voltmérő két csatlakozóját az áramkör két pontjára csatlakoztatjuk, akkor ezen két pont közti feszültséget mérhetjük meg. A voltmérőnek az áramkörbe iktatásakor nem kell az áramkört megszakítani.
Ha az áramforrás feszültségét akarjuk mérni, akkor az áramforrás két sarkára csatlakoztatjuk a voltmérőt, ha pedig egy fogyasztóét, akkor a fogyasztó két kivezetésére.
A voltmérőt a fogyasztóval párhuzamosan kötjük.

Jó, ha tudod



Alessandro Volta (1745–1827) olasz fizikus, róla nevezték el az elektromos feszültség mértékegységét. Megvizsgálta, hogy melyik két-két fém alkalmazható leghatékonyabban az áramforrás két pólusaként. Kísérletei olyan szenzációnak számítottak, hogy 1801-ben még Napóleon is megnézte.



A méréshatár beállítása

A műszer károsodása nélkül rákapcsolható maximális feszültséget a méréshatár-kapcsolóval kell beállítani. Mutatóval ellátott műszereknél a méréshatár a mutató legnagyobb kitéréséhez tartozó feszültség.

Méréskor a voltmérőt is a várható feszültségnél nagyobb méréshatárra kell állítani, és így elvégezni a mérést. Ha a műszer által jelzett érték a beállított méréshatárnál kisebb méréshatár alatt van, akkor érdemes erre a kisebb méréshatárra kapcsolva megismételni a mérést.
Mutatós műszereknél a voltmérő „+” kivezetését az áramforrás pozitív pólusa felé eső pontra kell csatlakoztatni.

Összefoglalás

Az áramforrás töltéseket mozgató képessége az áramforrás feszültsége.
A feszültség jele: U, mértékegysége a volt (V).
Ellentétes pólusaikkal sorba kapcsolt áramforrások feszültsége összeadódik.
A feszültséget voltmérővel mérjük az áramkör két kiválasztott pontja között.
A feszültségmérőt a vizsgált áramforrás vagy a fogyasztó két kivezetésére kötjük.

Kérdések, feladatok

1. Hány mV-nak felel meg egy zsebtelep feszültsége?
2. A Combino villamosok 600 V feszültséggel működnek. Hány kV-nak felel ez meg?
3. 12 V méréshatárra állított feszültségmérő a maximális kitérés $\frac{3}{4}$-énél áll. Mekkora a mért feszültség?

6. ELLENÁLLÁS, OHM TÖRVÉNYE

Egy zárt áramkör a következő „munkamegosztás” szerint működik:
– az áramforrás „belsejében” kémiai folyamat „szivattyúzza” az elektronokat a pozitív pólus felől a negatív pólus felé,
– az áramkör „külső” részén az áramforrás által létrehozott elektromos mező feszültsége mozgatja az elektronokat, a fogyasztón keresztül. Amikor az elektronok a vezetőben egy irányba mozognak, akkor pozitív pólus felé tartanak. Ám ezt az irányt a kutatás elején még fordítva határozták meg.

Röviden azt mondjuk, hogy az áram oka a feszültség.
Vizsgáljuk meg a feszültség és az áramerősség kapcsolatát részletesebben!

1. kísérlet

Változtatható nagyságú kisfeszültségű (0 V–12 V) áramforrással működtetünk 230 V feszültségre méretezett fogyasztókat: különböző teljesítményű melegítőeszközöket (vasaló, kenyérpirító, vízforraló).
Tapasztalat: Nem érjük el a kívánt hatást. Például a vízforralóban a víz csak melegszik, de nem forr, a vasaló csak langyos lesz.

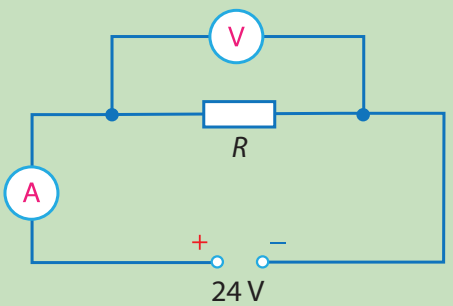


A készülékeket 230 V-ra méretezték, vagyis ekkora feszültség hatására működnek rendeltetésszerűen. Ennél lényegesen kisebb feszültség használata esetén az eszközök csak kevéssé melegszenek.
Két egyforma mérőműszerrel, digitális multiméterekkel mérjük a fogyasztó feszültségét és a fogyasztón átfolyó áram erősségét.

2. kísérlet

Állandó feszültség mellett mérjük meg a különböző fogyasztókon átfolyó áram erősségét!

	Kenyérpirító	Szendvicssütő	Vasaló
U	24 V	24 V	24 V
I	0,45 A	0,32 A	1 A



Tapasztalat: Az állandó nagyságú feszültség hatására a fogyasztókon átfolyó áram erőssége különböző értéket mutat.

A fogyasztóknak az a tulajdonsága, ami megszabja, hogy adott feszültség esetén mekkora lesz az átfolyó áram erőssége: a fogyasztó elektromos ellenállása. Nagy ellenállású fogyasztó esetén kicsi az áramerősség, kis ellenállású fogyasztó esetén nagy.
Az ellenállás jele: *R* (a latin resistentia szóból). **Mértékegysége: az ohm. Az ohm jele: Ω.**
Az Ω (nagy omega) a görög ábécé utolsó betűje.
1 Ω az ellenállása annak a vezetőnek, melyen a rákapcsolt 1 V feszültség hatására 1 A áram folyik át.

Ohm törvénye

3. kísérlet

Változtatható feszültségű (0 V–12 V) áramforrást kapcsolunk 230 V feszültségre méretezett fogyasztóra, például egy vízforralóra. Fokozatosan növelve a feszültséget, mérjünk meg néhány feszültség–áramerősség értékpárt. Minden értékpár esetén számítsuk ki az ohm mértékegységű $\frac{U}{I}$ hányadost!

U (V)	1,3	1,7	3,4
I (mA)	45	62	120
$\frac{U}{I}$ (Ω)	29	27	28

Tapasztalatok:

1. Nagyobb feszültségértékekhez nagyobb áramerősség-adatok tartoznak. Ez az észrevétel nem meglepő, hiszen a feszültség az áramforrás töltésmozgató képességére jellemző.
2. Az összetartozó $\frac{U}{I}$ hányadosok értéke állandó.

Ha két változó mennyiség hányadosa állandó, akkor azt mondjuk, hogy a két mennyiség egyenesen arányos.



A fogyasztóra kapcsolt feszültség egyenesen arányos a fogyasztón átfolyó áram erősségével.

Ez Ohm törvénye. Nevét felfedezőjéről, Georg Simon Ohm (1787–1854; ejtsd: georg szimon om) német fizikusról kapta. Róla nevezték el az elektromos ellenállás mértékegységét.

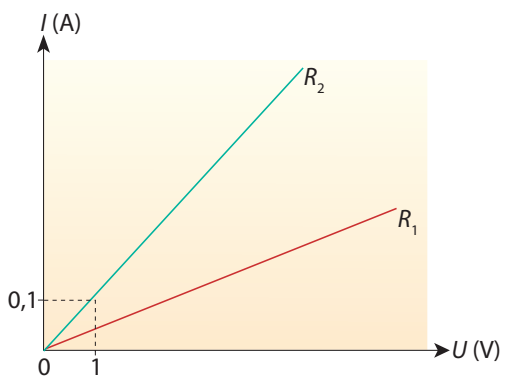
Az $\frac{U}{I}$ hányados – adott fogyasztó esetén – állandó, ezt nevezzük ellenállásnak.

Ohm törvénye		
jelekkel	szavakkal	mértékegységekkel
$R = \frac{U}{I}$	ellenállás = $\frac{\text{feszültség}}{\text{áramerősség}}$	1 ohm (Ω) = 1 $\frac{\text{volt (V)}}{\text{amper (A)}}$

Ábrázoljuk két különböző fogyasztóval elvégzett méréseink eredményét I–U grafikonon!

Az összetartozó értékekhez tartozó pontokat összekötve origón átmenő félegyeneseket kapunk.

A két egyenes meredeksége különböző. A nagyobb meredekségű egyeneshez tartozó ellenállás a kisebb.
$R_1 > R_2$



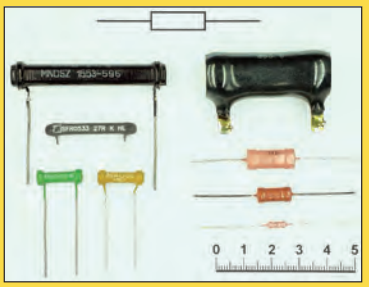
Az ellenállás mint fizikai mennyiség és elektrotechnikai alkatrész

Érdekesség

Az „ellenállás” szót két különböző értelemben használjuk.

– Az **ellenállás fizikai mennyiség:** a vezetőre kapcsolt feszültség és a vezetőn átfolyó áram hányadosa. Az anyagnak azt a tulajdonságát jellemzi, mely az elektronok áramlását gátolja. Kis ellenállású fogyasztók jobban vezetik az áramot, a nagy ellenállásúak kevésbé. Áramkörök vezetékeinek ellenállása a fogyasztók ellenállásához képest nagyon kicsi, nullának tekinthető.

– **Ellenállás az alkatrész** neve is: az elektrotechnikában használt, adott ellenállású áramköri elem, amely az áram vagy feszültség nagyságának beállítását szolgálja.

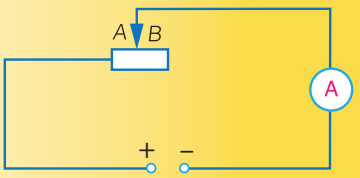


Áramköri jele:  . Az ellenállás értékét az alkatrészen feltüntetik.

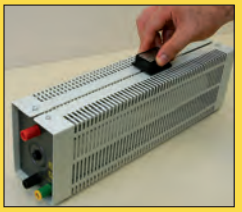
Jó, ha tudod

Változtatható áramerősség beállítására szolgál a változtatható ellenállás (tolóellenállás).

A tolóellenállás áramköri jelén szereplő nyíl egy érintkező csúszkát jelent, amelynek elmozgatásával vagy elforgatásával változik egy ellenálláshuzal áramkörbe kapcsolódó részének a hossza.



Áramköri ellenállások



Tolóellenállás

Jó, ha tudod

Az áramforrásoknak is van belső ellenállásuk, amit pontos számításkor figyelembe kell venni.

A galvánelemek belső ellenállása használat közben növekszik, feszültsége és terhelhetősége csökken.

Egy mérőműszerrel történő mérés akkor megfelelő, ha a műszernek az áramkörbe való bekapcsolása nem változtatja meg a mért mennyiséget, tehát az áramerősséget, illetve a feszültséget.

A jó árammérő műszer ellenállása nagyon kicsi; gyakorlatilag nulla ohm. A jó feszültségmérő ellenállása igen nagy, gyakorlatilag végtelen.

A digitális áram- és feszültségmérő műszerek jól közelítenek az ideális tulajdonságokhoz.

Összefoglalás

Az ellenállás a fogyasztóknak az a tulajdonsága, ami megszabja, hogy adott feszültség esetén mekkora lesz az átfolyó áram erőssége. Az ellenállás jele: R, mértékegysége az ohm. Ennek jele: Ω.

Ohm törvénye: A fogyasztóra kapcsolt feszültség egyenesen arányos a fogyasztón átfolyó áram erősségével.

$$R = \frac{U}{I}$$

Kérdések, feladatok

1. Mi az „ellenállás” szó két jelentése?
2. Az $R = \frac{U}{I}$ összefüggésből fejezd ki a feszültséget és az áramerősséget!
3. Ugyanakkora feszültség esetén melyik fogyasztón folyik nagyobb áram: a nagy vagy a kis ellenállásún?
4. Ugyanakkora erősségű áramot melyik fogyasztón „hajt át” nagyobb feszültség: a nagy vagy a kis ellenállásún?

7. AZ ÁRAM HATÁSAI

A hőhatás

1. kísérlet

Változtatható feszültségű áramforrást kapcsolunk két szigetelőállvány között kifeszített ellenálláshuzalra. Az áramerősséget digitális multiméterrel mérjük.
Tapasztalat: Lassan, fokozatosan növelve a huzalon átfolyó áram erősségét, a huzal melegedését tapasztaljuk.
Ennek jelei: először az ellenálláshuzal a hőtágulás miatt megnyúlik. A huzalhoz érintett papír megpörkölődik, esetleg meg is gyullad. Magasabb áramértékek esetén a huzal izzani kezd: először vörösen, majd egyre fehérebben és fényesebben.

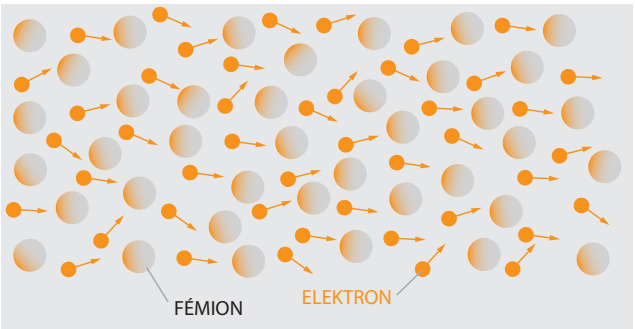


Érdekes dolgot figyelhetünk meg, ha az ellenálláshuzalt átalakítjuk úgy, hogy egyenes és csavart vonal alakúra meghajlított szakasz is legyen benne. Az átalakított szálat árammal melegítve azt tapasztaljuk, hogy a csavart szakasz jobban izzik, mint az egyenes, mert a csavart rész meneteit a szomszédos menetekből érkező hősugárzás is melegíti.

Miért melegszik fel áram hatására a vezető?

Az áramforrás által mozgatott elektronok nekiütköznek a fém ionjainak. Ütközéskor átadják energiájuk egy részét a fém ionjainak, ezáltal növekszik a vezető részecskéinek rezgési, mozgási energiája. Az atomi szintű ütközés növeli az anyag hőmérsékletét.

A vezető hőmérséklete az áram bekapcsolása után csak egy ideig emelkedik, azután állandósul, mert a felvett energiát főként hősugárzással leadja a környezetének.



Jó, ha tudod

Az azonos méretű, de különböző anyagból készült huzalok ellenállása különböző: a huzalok ellenállása függ a huzalok anyagától.

Néhány anyag 1 m hosszú, 1 mm^2 keresztmetszetű darabjának ellenállása Ω-okban:

Ezüst	0,016	Vas	0,6–1,6
Réz	0,018	Szén	40–100
Alumínium	0,028	Porcelán	10 000
Volfrám	0,055	Bakelit	1 000 000
Acél	0,1–0,25	Száraz papír	3 000 000
Konstantán	0,43	Gumi	10 000 000
Króm-nikkel	0,85	Ebonit	100 000 000

Mint a táblázatból látszik, a különféle anyagok ellenállása tág határok között változik. Egyeseknek az ellenállása nagyon kicsi – ezek az ún. *„jó vezetők”* –, mások ellenállása sok milliószor akkora, ezek a *szigetelők*.

Az anyagok jelentős részének ellenállása függ a szerkezettől és az összetételtől. Kismértékű szennyezések is *jelentékenyen* megváltoztathatják ezeket az értékeket.

Az elektromos áram hőhatását alkalmazó eszközök

Az elektromos áram minden vezetőt felmelegít, amelyen átfolyik. Hő tehát minden elektromos eszközben keletkezik. Kifejezetten melegítés céljára szolgáló eszközök: az elektromos tűzhely, a vasaló, az elektromos kávéfőző, a vízforraló, az elektromos vízmelegítő (bojler).











A melegítőeszközökben speciális fémszál (ellenálláshuzal) melegszik az áram hatására.
A melegítőeszközök a legnagyobb energiafogyasztók a háztartásban.

Kémiai hatás

2. kísérlet

Eszközök: egy elem, egy izzó foglalattal, vezetékek, egy tál víz, konyhasó.

a) A elemet és az izzót tartalmazó áramkört szakítsuk meg valahol, és a két vezetéket egy kupac sóba dugva próbáljuk meg zárni az áramkört.

b) Az előző módszerrel vizsgáljuk meg, hogy a tiszta víz vezeti-e az áramot!

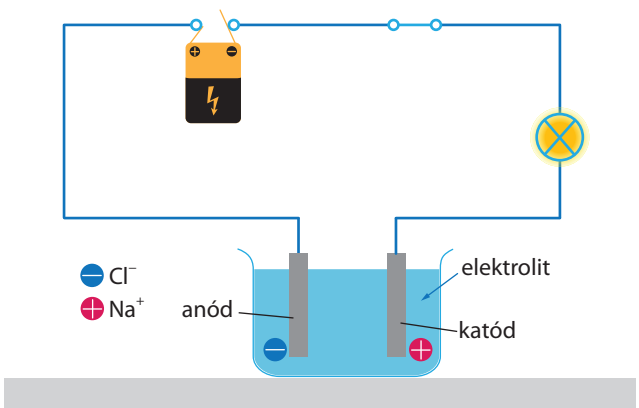
c) Öntsük a sót a vízbe, és a két vezetéket mártsuk a sós vízbe!

Tapasztalat: A sókupac és a tiszta víz nem vezette az áramot, az izzó nem világított. A sós víz azonban vezette az áramot, az izzó világított.

A sóban és a tiszta vízben nincsenek mozgó töltéshordozók, ezért nem vezetik az áramot.
A sós víz vezeti az áramot.

Hogyan vált vezetővé a víz?

A konyhasó nátrium-klorid, vegyjele: NaCl.
A sókristály azonos számú Na^+ és Cl^- ionból áll, benne nincs mozgóképes töltéshordozó, ezért szigetelő. Oldódáskor a kristályrács lebomlik és a mozgóképessé vált ionok elkeverednek a vízmolekulák között.
A képen látható elrendezésben a sóoldatban levő nátriumionok az elem negatív pólusa felé mozognak, a negatív kloridionok pedig a pozitív pólus felé. A rendezett töltésvándorlás: elektromos áram. A szabadon mozgó ionokat tartalmazó folyadékot elektrolitnak nevezzük.



A folyadékba merülő vezetők neve: elektróda. Az áramforrás negatív pólusára kapcsolt elektróda a katód, a pozitív elektróda pedig az anód.

Érdekesség

Mi történik az ionokkal, amikor elérik az elektródákat?

Az elektrolitban áramló ionok az elektródákon semlegesítődnek, és kiválnak. Ez a folyamat az **elektrolízis**. A negatív ionok az anódon leadják töltésüket, a többletelektronokat, a pozitív ionok pedig elektront vesznek föl a katódon.
A folyamatban szerepet játszik az elektródák anyaga is. Ha az előző kísérletben szénelektródákat használunk, akkor a kloridion az anódon semlegesítődik; itt klórgáz keletkezik. A nátriumionok a katód felé vándorolnak, de nem a nátrium válik ki, hanem hidrogéngáz keletkezik. Az elektrolízis jelenségét az iparban nagyon sok helyen alkalmazzák, például az alumínium előállításánál vagy fémeken, vékony fémbevonatok kialakításánál.

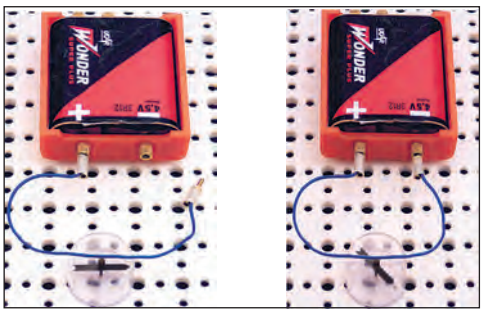
Galvanizálás: Az elektrolízis jelenségét felhasználva fémmel tudunk bevonni különböző tárgyakat: az áramforrás negatív sarkához kapcsoljuk a bevonandó tárgyat, elektrolitként pedig az adott fémet tartalmazó oldatot kell használni.

Élettani hatás

Az emberi test vezeti az elektromos áramot. A szervezeten áthaladó áramnak hő- és vegyi hatása különböző elváltozásokat okozhat. Ez súlyos esetben életveszélyes is lehet.

Mágneses hatás

Az iránytűt a közelébe helyezett áramvezető kitéríti.
Az áramnak van mágneses hatása is.
Erről később külön fejezetben lesz szó.



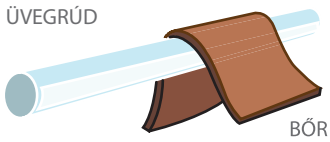
Összefoglalás

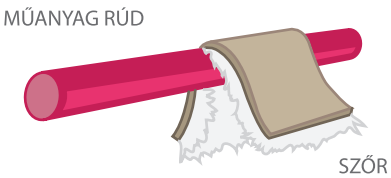
Az áram hatásai: hő-, vegyi, élettani és mágneses hatás.
Az áram hőhatását melegítésre szolgáló eszközeinkben hasznosítjuk.
Szabadon mozgó töltött részecskéket tartalmazó folyadékok (az elektrolitok) vezetik az áramot.
Az elektrolitban a pozitív és negatív töltésű ionok egymással szemben haladva vezetik az áramot..

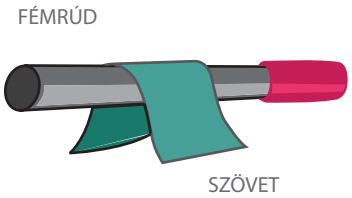
Kérdések, feladatok

1. Keresd meg az otthonotokban található, melegítésre szolgáló elektromos eszközöket!
2. Miért melegszik fel az átfolyó áram hatására a vezető?
3. Egy vezetőben növeljük az áram erősségét. Milyen hatása van ennek
   a) az elektronok mozgási sebességére,
   b) a vezető hőmérséklet-növekedésére?
4. Milyen irányban mozognak az elektrolitokban a pozitív, illetve a negatív töltések?

8. ÖSSZEFOGLALÁS



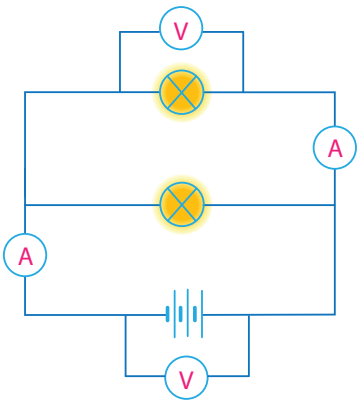




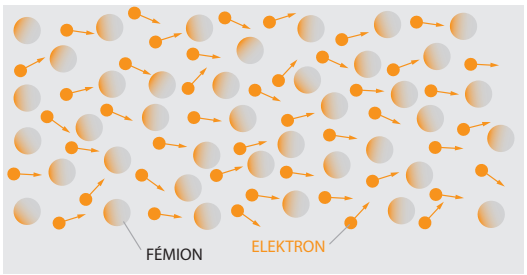
Bizonyos testek dörzsölés hatására elektromos állapotba kerülnek, feltöltődnek. A feltöltődött testek kisebb tárgyakat magukhoz vonzanak.
Az elektromos állapotot töltések okozzák.
Kétféle töltés van: pozitív és negatív. Az azonos előjelű töltések között taszítóerő, az ellentétes előjelű töltések között vonzóerő lép fel.

Az áramkör fő részei: az áramforrás, a fogyasztó, a vezetékek és a kapcsoló.

A fogyasztó feszültségét a fogyasztóval párhuzamosan kapcsolt voltmérővel mérjük.



Az áram oka a feszültség.
Egy fogyasztó ellenállása a rákapcsolt feszültség és áram hányadosa.
Ohm törvénye: Egy vezető két pontja közti feszültség és a két pont között folyó áram erőssége egyenesen arányos; $R = \frac{U}{I}$.

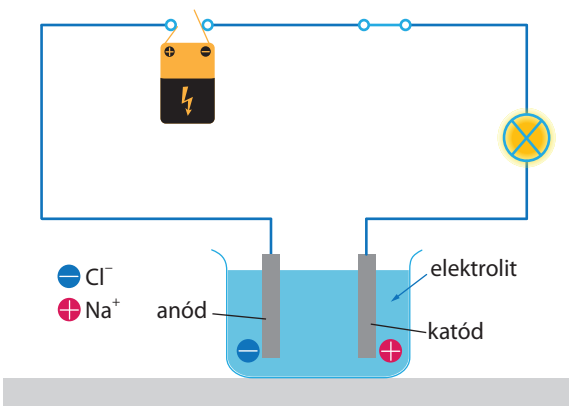




Egy fogyasztón átfolyó áram erősségét a fogyasztóval sorosan kapcsolt ampermérővel mérjük.

A fémekben a helyhez kötött pozitív töltésű fémionok között a negatív töltésű elektronok egy része a fém belsejében szabadon mozoghat.

Az elektromos áram a fémekben a vezetési elektronok rendezett, egyirányú mozgása.
Folyadékok is vezetik az áramot, ha tartalmaznak könnyen mozgó töltött részecskéket, ionokat.



Áramforrások: olyan eszközök, melyek képesek az elektromos áramot tartósan fenntartani.

1. ELEKTROMOS ÁRAM ÉS AZ EMBERI SZERVEZET

Már láttuk, hogy sózással a víz vezetővé tehető. **Az emberi test** kb. $\frac{2}{3}$-a víz, amely különböző sókat tartalmaz, ezért **jól vezeti az elektromos áramot**.

A szervezeten áthaladó áram hő- és vegyi hatásokból összetevődő változásokat okoz: izomösszehúzódás, égési sérülések és a test nedveiben bekövetkező kémiai változások.
Égési sérülések keletkezhetnek a vezetékkel érintkező testrészeken. A vegyi hatás következtében az erekben keletkező buborékok akadályozzák a vérkeringést.

Jó, ha tudod

A szervezetünkben áramvezetés nem csak baleset (áramütés) esetén történik. Idegrendszerünk áramkörök szövevényes hálózata. Ez a hálózat irányítja szervezetünket. Az idegrendszer működése során az idegpályákon mV nagyságrendű feszültségimpulzusok haladnak nagy sebességgel. A külső elektromos áram, azaz az áramütés ezt az érzékeny rendszert zavarja meg.

Az áramütés veszélyessége

Az áramütés veszélyességének mértékét, elsősorban az átfolyó áram erőssége szabja meg.

Az áramütés hatásai	Egyenáram esetében (mA)
Értékelési küszöb, enyhe rázásérzet.	2–6
Rángásérzet.	8–10
Fájdalmas izomgörcs, az áramütést elszenvedő ember a vezetéket nem képes elengedni.	60–70
Szabálytalan szívműködés, légzőizomgörcs.	80–90
Eszméletvesztés.	110–140
Szívbénulás, halálveszély.	300–500

A veszélyes feszültség értéke

1. kísérlet

A digitális multiméter megfelelő üzemmódba kapcsolva ellenállást is tud mérni. Mérjük meg segítségével testünk ellenállását! Végezd el a kísérletet vizes kézzel is.
Tapasztalat: Ha vizes a kezünk akkor kisebb az ellenállás.





Az 50 mA-nél erősebb áram már életveszélyes. Ohm törvényének segítségével számítsuk ki, hogy mekkora az a feszültség, ami ilyen erős áramot „hajt át” szervezetünkön! Az emberi test ellenállásának mértékét sok tényező befolyásolja. Számoljunk a kísérletünk alapján 1000 Ω-mal. Jó tudni, hogy az emberi test ellenállásának nagy része a bőr ellenállásából adódik, hiszen a többi szövet jó vezető.

Az $R = \frac{U}{I}$ összefüggésből $U = I \cdot R$, így $U = 50\ \text{mA} \cdot 1\,000 = 50\ \text{V}$.

Ez az a feszültség, ami már életveszélyes lehet. Biztonsági okokból diákok ezért csak legfeljebb 24 V feszültséggel kísérletezhetnek.

Az áramütés veszélyességét néhány más körülmény is befolyásolja:
– Az áram útja a szervezetben. Különösen veszélyes, ha a szíven vezet keresztül.
– Az árammal érintkező testfelület nagysága. Végzetesek a fürdőkádban történő áramütések, ilyenkor az egész testfelület érintett.
– A bőr nedvessége csökkenti a bőr ellenállását, növeli az áramütés veszélyességét.
– A hosszabb idejű áramütések nagyon veszélyesek. Az áramütés miatt bekövetkező izomgörcs eredményezhet hosszú ideig tartó áramütést.
– Alkoholos, gyógyszeres, drogos állapot közvetett módon fokozza az áramütés veszélyességét azáltal, hogy növelheti az áramütés időtartamát.

Teendők áramütés esetén

Nagyon fontos a gyorsaság. Áramütés esetén az áramütött személy izomgörcs miatt sokszor nem tud kiszabadulni az áramkörből.
Első teendő, az **áramtalanítás;** a lehető leggyorsabban ki kell szabadítani a sérültet, de úgy, hogy a segélynyújtó épségét ne veszélyeztesse. Tilos ezt úgy végezni, hogy közben hozzáérünk a sérülthöz, mert mi is úgy járhatunk, mint ő! Otthon, háztartási baleset esetén csapjuk le a biztosítékot, vagy áramtalanítsuk az adott eszközt, például húzzuk ki a konnektorból.
Orvost vagy mentőt kell hívni; a sérültet le kell ültetni vagy fektetni. Eszméletét veszített sérültet oldalára kell fektetni (stabil oldalfekvés). Szükség esetén befúvásos mesterséges légzést kell alkalmazni.
Mentés után azonnal **elsősegélyt kell nyújtani**, még akkor is, ha az áramütöttnek semmilyen panasza nincs, mert néhány perc múlva kamrai fibrilláció (szabályozhatatlan szívritmuszavar) léphet fel.



MINDIG ELLENŐRIZZÜK, MILYEN SÉRÜLÉSEK TALÁLHATÓAK RAJTA



A TÉRD AKADÁLYOZZA, HOGY HASRA FORDULHASSON

A KÉZ ÉS A KAR A FEJ MEGFELELŐ POZÍCIÓJÁT TÁMOGATJA

Balesetveszélyes helyzetek, amelyek feltétlenül kerülendők

Hálózatra kapcsolt készülékek szerelése.
Hálózatra kapcsolt készülék és vízvezeték vagy fűtéscső egyidejű érintése.
Villamos készülék használata fürdőkádban.
Nem megfelelő szigetelésű villamos gépek használata.
Védőföldeléssel ellátott berendezés földelés nélküli konnektorhoz csatlakoztatása.
Elektromos vezetékek és locsolóvíz találkozása.

Defibrillátor: egy készülék, mely áramütéssel menti az életet

Szívbetegeknél, olykor azonban egészséges fiatal embereknél is megtörténhet a hirtelen szívmegállás. Ilyen helyzetekben menthet életet a defibrillátor. Használatakor erős áramimpulzust vezetnek a szíven keresztül, ez indítja be a szív ritmusos összehúzódását. Az eredményes beavatkozásra csak percek állnak rendelkezésre; a túlélés esélyeit a késlekedés gyorsan csökkenti. Ha a defibrillátor-készülék csak a helyszínre érkező mentőautóban hozzáférhető, akkor egy nyílt utcán bekövetkező hirtelen kamrafibrillációnak tartós károsodás vagy halál lehet a következménye.



Jó, ha tudod

A közterületeken elhelyezhető automata és félautomata defibrillátort (AED – Automated External Defibrillator) azért fejlesztették ki, hogy segítségével még egy szakképzetlen elsősegélynyújtó is elvégezhesse a defibrillálást, még a mentők megérkezése előtt. A készülék a beteg mellkasára helyezett elektródákon keresztül felismeri a fibrillációt, ezután a segélynyújtó egy gomb megnyomásával leadja az áramütést. A készülék biztonsági rendszere kizárja a véletlen vagy indokolatlan sokkolás lehetőségét.



Érdekesség

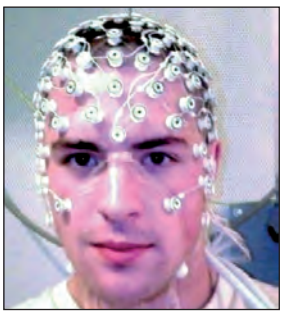
Nagy találmányokhoz sokszor véletlen és váratlan felfedezés vezetett. 1775-ben Peter *Abilgaard* dán állatorvos észrevette, hogy áramütés miatt elpusztult csirkék szívét egy újabb elektromos kisülés segítségével újra lehet indítani. Az első, emberen végzett defibrillálás 1947-ben történt.

Az elektrokardiográfia (EKG) a szív elektromos jelenségeit vizsgálja

A szívizom összehúzódásakor elektromos feszültség keletkezik. Ezt a feszültséget a test felületére helyezett elektródák érzékelik, és a készülék rögzíti. Ebből készül az EKG-görbe.

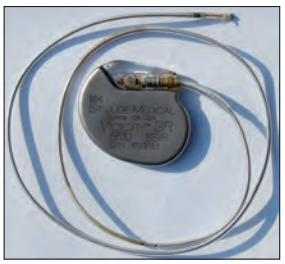


Az elektroencefalográfia (röviden: EEG) az agy elektromos működését vizsgálja a koponya felszínén elhelyezett elektródákkal. Az EEG segítségével kóros agyi folyamatok és alvási rendellenességek vizsgálatára nyílik lehetőség.



A pacemaker (beültetett szívritmus-szabályozó)

Elektródákkal kapcsolódik a szívhez, és elektromos impulzusaival vezérli a szívizmok összehúzódását. Olyan esetekben alkalmazzák, amikor a szív saját ritmusa túl lassú, vagy a szív ingerületvezető rendszerében hiba van. Némelyik szívritmus-szabályozó defibrillátort is tartalmaz.



Összefoglalás

Az emberi test vezeti az elektromos áramot, mert a sejtjeiben lévő folyadékok elektrolitok.
A szervezeten áthaladó áram – erősségétől függően – változásokat hoz létre.
Az áram élettani hatásai: izomösszehúzódás, égési sérülések és a test nedveiben bekövetkező kémiai változások.
Az áramütés veszélyességét elsősorban az áram erőssége határozza meg.
Az áramütés elkerülésére vonatkozó szabályok, valamint a mégis bekövetkező baleset esetén végzendő teendők ismerete életet menthet.

Kérdések, feladatok

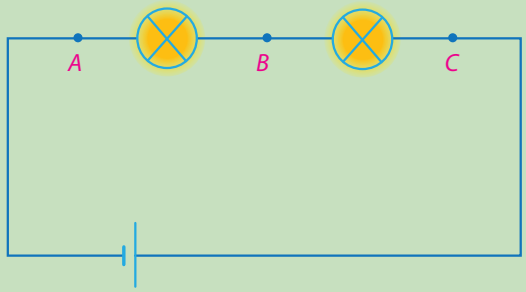
1. Mi a defibrillátor és mi a pacemaker?
2. Milyen orvosi vizsgálatok alapulnak az emberi test elektromos vezetőképességén?

2. FOGYASZTÓK SOROS ÉS PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁSA

Soros kapcsolás

1. kísérlet

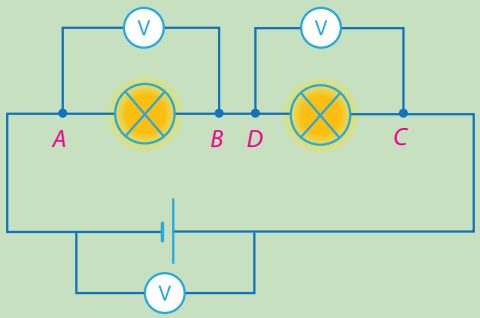
Állítsd össze az ábra szerinti áramkört!
Két izzót elágazás nélkül, vagyis sorosan kapcsoltunk egymás után. Ha az izzók bármelyikét kicsavarjuk, a másik is kialszik. Próbáld ki!
Mérjük meg az áram erősségét az áramkör *A*, *B* és *C* pontján! Az áramkört ezeken a helyeken megszakítjuk, majd az ampermérő bekötésével újra zárjuk.
Tapasztalat: Ugyanakkora áram folyik az áramkör minden pontján.



Az elágazás nélküli áramkör minden pontján ugyanaz az áram folyik át.
Sorosan kapcsolt fogyasztókon ugyanakkora erősségű áram folyik át.

2. kísérlet

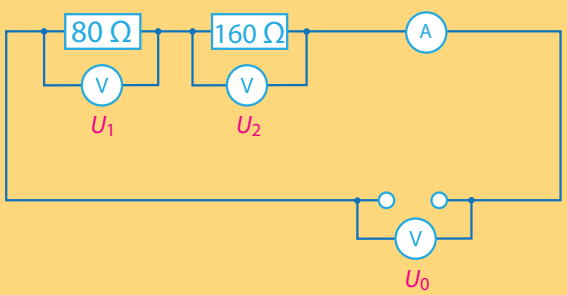
Végezzünk feszültségmérést is! Az izzókra jutó feszültséget az *A* és *B*, valamint *D* és *C* pontpárokra kötött feszültségmérővel mérjük, az áramforrás feszültségét az *A* és *C* pontokra kötött feszültségmérővel.
Tapasztalat: Az egyes izzók feszültségének összege megegyezik az feszültségforrás feszültségével.



Sorosan kapcsolt fogyasztók feszültsége összeadódik, az összeg megegyezik az áramforrás feszültségével.

Példa

Egy áramkörben egy 80 Ω-os és egy 160 Ω-os ellenállást kapcsoltunk sorba. Megmértük az ellenállásokon átfolyó áramot, ez: I = 100 mA-nek adódott.
Számítsuk ki az áramforrás feszültségét!



Ohm törvényének segítségével kiszámítjuk az ellenállásokra jutó feszültségeket és az áramforrás feszültségét.
R_1= 80 Ω
R_2= 160 Ω
I = 100 mA = 0,1 A

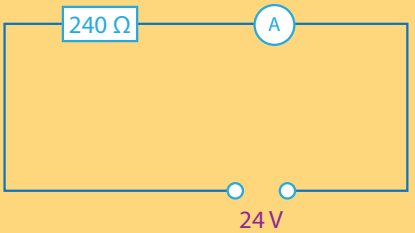
$U_1 = R_1 \cdot I$ = 80 Ω · 0,1 A = 8 V
$U_2 = R_2 \cdot I$ = 160 Ω · 0,1 A = 16 V

Az áramforrás feszültsége a két ellenállásra ható feszültség összege: $U_0 = U_1 + U_2$ = 8 V + 16 V = 24 V.

Ebben az áramkörben 24 V feszültség hatására 100 mA áram folyik át a két ellenálláson.

Példa

Egy másik áramkörben ugyanilyen 24 V-os áramforrásra egy 240 Ω ellenállású fogyasztót kapcsoltunk. Az áramerősség:
$I = \frac{U}{R} = \frac{24\ \text{V}}{240\ \Omega} = 0{,}1\ \text{A} = 100\ \text{mA}$, tehát ugyananyi, mint az előző áramkörben.



A két áramkör ellenállásain ugyanakkora feszültségű áramforrás ugyanakkora áramot hajt át.

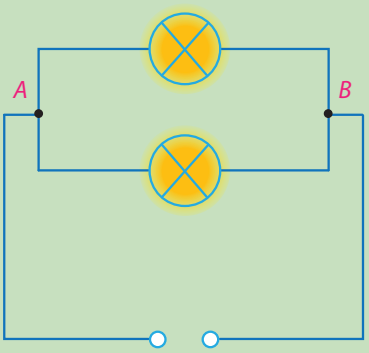
A sorosan kapcsolt 80 Ω-os és 160 Ω-os ellenállásokat tehát „helyettesítettük” egyetlen, 240 Ω-os ellenállással.

Ezt a „helyettesítő”, 240 Ω-os ellenállást a sorba kapcsolt 80 Ω-os és 160 Ω-os ellenállások **eredőjének** nevezzük. **Az eredő ellenállást R_e-vel jelöljük.**
Sorosan kapcsolt R_1 és R_2 ellenállások esetén az eredő $\boldsymbol{R_e = R_1 + R_2}$.
Szavakkal megfogalmazva: Sorba kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása egyenlő az egyes fogyasztók ellenállásának összegével. A sorosan kapcsolt ellenállások eredője mindkét ellenállásnál nagyobb. Az egymás után kötött újabb ellenállások újabb akadályokat jelentenek az áram útjában, ezért növelik az eredő ellenállást.

Párhuzamos kapcsolás

3. kísérlet

Állítsd össze az áramkört az ábra szerint!
A két izzót párhuzamosan kapcsoltuk, vagyis az áramkör *A* és *B* elágazási pontjai közötti mellékágakba iktattuk a fogyasztókat.
Az áramforrás és az elágazási pont közötti szakaszok az áramkör főágai.
Mi történik, ha valamelyik izzót kicsavarjuk?
Mérjük meg az egyes izzókra jutó feszültséget és az áramforrás feszültségét!
Tapasztalat: Ha az izzók bármelyikét kikapcsoljuk, a másik még változatlan fénnyel világít. A feszültség a két izzón azonos, és megegyezik az áramforrás feszültségével.
Magyarázat: Mindkét fogyasztót összekötöttük az áramforrás kimeneteivel.



Párhuzamosan kapcsolt fogyasztókra azonos feszültség jut.

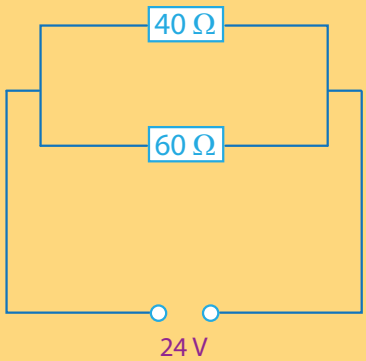
4. kísérlet

Megmérjük a két mellékágban és a főágban folyó áram erősségét.
Tapasztalat: A két mellékág áramának összege egyenlő a főág áramával.

Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók esetén a mellékágak áramerősségének összege egyenlő a főág áramának erősségével.

Példa

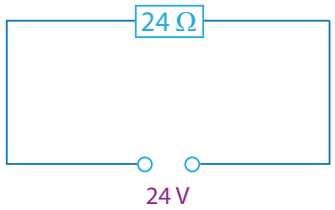
Egy áramkörben kapcsoljunk párhuzamosan egy 40 Ω-os és egy 60 Ω-os ellenállást. Az áramforrás 24 V-os. Számítsuk ki az egyes fogyasztókon átfolyó áram erősségét, és a főág áramát is!
Párhuzamos kapcsoláskor a két fogyasztóra ugyanakkora, $U_0 = 24$ V feszültség jut.



Ohm törvénye szerint a 40 Ω-os ellenálláson átfolyó áram erőssége
$I_1 = \frac{U_0}{R_1} = \frac{24\ \text{V}}{40\ \Omega} = 0{,}6\ \text{A}$;
a 60 Ω-os ellenállás árama $I_2 = \frac{U_0}{R_2} = \frac{24\ \text{V}}{60\ \Omega} = 0{,}4\ \text{A}$.

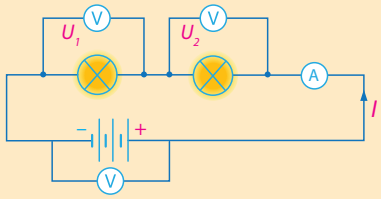
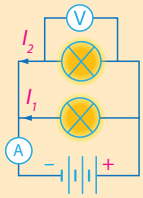
A főág árama a két mellékág áramának összege $I_0 = I_1 + I_2 = 0{,}6\ \text{A} + 0{,}4\ \text{A} = 1\ \text{A}$.
A 24 V-os áramforrás az áramkörön 1 A áramot hajt át.
Ugyanez a 24 V feszültségű áramforrás ugyanekkora, tehát 1 A erősségű áramot hajt át egy $R = \frac{U}{I} = \frac{24\ \text{V}}{1\ \text{A}} = 24\ \Omega$ nagyságú ellenálláson.

A párhuzamosan kapcsolt 40 Ω-os és 60 Ω-os ellenállások eredője 24 Ω.
Az eredő nagysága mindkét ellenállásnál kisebb.



Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása kisebb, mint bármelyik fogyasztó ellenállása. Ha újabb fogyasztókat kapcsolunk párhuzamosan az áramkörbe, akkor újabb mellékágak keletkeznek, új utak nyílnak az áramnak; tehát csökken az áramkör eredő ellenállása.

Összefoglalás

Soros kapcsolás	Párhuzamos kapcsolás
	
$U = U_1 + U_2$	U = állandó
I = állandó	$I = I_1 + I_2$
$R_1 + R_2 = R_e$	$R_1 > R_e$ $\quad R_2 > R_e$

Kérdések, feladatok

1. Újabb és újabb fogyasztók áramkörbe iktatásakor hogyan változik az áramkör eredő ellenállása
   – soros kapcsolás,
   – párhuzamos kapcsolás esetén?
2. Újabb és újabb fogyasztók áramkörből való kikapcsolásakor hogyan változik az áramkör áramerőssége
   – soros kapcsolás,
   – párhuzamos kapcsolás esetén?

3. ÁRAMFORRÁSOK

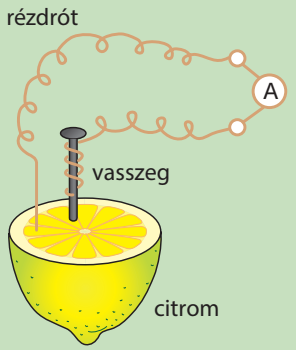
Az elektromos áramot fenntartó áramköri elem: az áramforrás. Fajtái működési elvük szerint:
– a kémiai folyamatok energiáját pl. elemek, akkumulátorok;
– a mozgási energiát pl. dinamók, generátorok;
– a fénysugárzás energiáját pl.: napelemek
alakítják elektromos energiává.
Telefonok, MP4 lejátszók, tabletek, e-book olvasók áramköreit akkumulátorok működtetik, amelyek feszültségét elektronikus tápegységek alakítják át az áramköröknek megfelelő értékűre.

Galvánelemek

Ha két különböző fémet elektrolitba merítünk és vezetővel kötünk össze, akkor a fémek között elektromos áram folyik. Az ilyen elrendezést galvánelemnek nevezzük. A két fém az elem két elektródája.

1. kísérlet

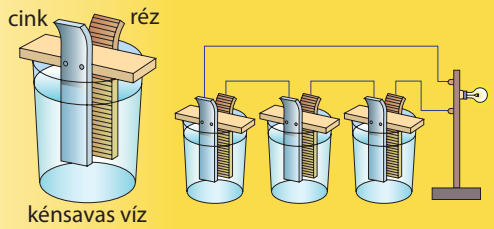
Citromelemet készítünk az ábra szerint rézdrót, vasszeg és citrom segítségével. Lehet más gyümölcsöt, akár krumplit is használni.
Tapasztalat: A műszer áramot jelez; a két fém között tehát feszültség keletkezett.



A kísérletben egy egyszerű galvánelemet állítottunk össze; a citrom belseje a galvánelem elektrolitja, a két különböző fém pedig a vas és a réz.

Érdekesség

A Volta-elem az első hasznosítható áramforrás, ami ma már nem használatos.
Ebben réz és cink elektródák merülnek híg kénsavoldatba. Az oldatba mártott cinklemez negatív, a rézlemez pozitív töltésűvé válik , a közöttük kialakuló feszültség értéke körülbelül 1 V.

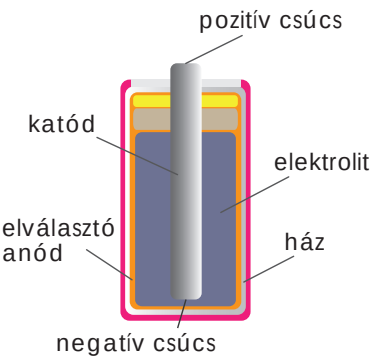


Három Volta-elem sorba kötve izzásba hozza a zsebizzót

A leggyakrabban használt elem a galvánelem. Elektrolitját kocsonyásított, illetve lyukacsos anyagba felszívott formában készítik, feszültsége 1,5 V. A zsebtelepben 3 db sorba kapcsolt galvánelem található.

Jó, ha tudod

Ház: a vegyi anyagokat tárolja.
Pozitív csúcs: kidomborított fém rész.
Elválasztó – porózus anyag: az elektródákat elválasztja, az elektrolitot tartja az elektródák között.
Elektrolit: típustól függő oldat; az ionáramlást biztosítja az elemen belül.
Katód–anód: típustól függő kémiai anyag.



A galvánelemekben kémiai folyamatok révén a két pólus között (+ és –) tartós feszültség alakul ki. Addig használhatók, amíg valamelyik elektródájuk anyaga el nem fogy, ilyenkor a feszültsége rohamosan lecsökken.

Érdekesség

A gyakrabban használt lévő elemfajták köznyelvben használt és hivatalos jelölése.

Köznyelvi	mikroceruza	ceruza	tartós	baby	góliát	lapos	rádió
Hivatalos	AAA (R3)	AA (R6)	AA (LR6)	C (R14)	D (R20)	3 (R12)	6 (F22)



Létezik FR6 jelű, lítium elektródájú tartós elem is.
A lapos elem 4,5 V-os, a rádióelem 9 V-os, a többi 1,5 V-os.



Az elem belső ellenállása, kimerülése

Az elemeknek is van ellenállásuk, ezt **belső ellenállásnak** nevezzük. Zárt áramkörben a fogyasztó és az áramforrás sorosan vannak kapcsolva, ellenállásuk tehát összeadódik. Használat közben az elem belső ellenállása nő, ezáltal az elem terhelhetősége csökken.

Jó, ha tudod

Ha az elem két pólusát – szándékosan, vagy véletlenül – összekötjük egy vezetékkel, akkor rövidzárlatot állítunk elő. A vezetékben a rövidzárási áram folyik.

A rövidzárási áram értéke Ohm törvénye szerint a telep feszültségének és belső ellenállásának a hányadosa. Ha egy új ceruzaelem belső ellenállása $R_b = 0{,}5\ \Omega$, akkor rövidzárási árama $I = \frac{U}{R_b} = \frac{1{,}5\ \text{V}}{0{,}5\ \Omega} = 3\ \text{A}$.



Akkumulátorok

Az akkumulátor megfordítható működésű, vagyis tölthető elem. Feltöltött állapotban galvánelemként „viselkedik”. Használat során elektródái elfogynak, ekkor ún. kisütött állapotba kerül, feszültsége lecsökken, ilyenkor fel kell tölteni. Feltöltéskor a kimeneteire kapcsolt feszültség töltőáramot indít, melynek hatására az elektródák anyaga az eredeti állapotba kerül vissza. Ez a visszaállás nem teljesen tökéletes, ezért az akkumulátor néhány száz feltöltés-kisütés ciklus után tönkremegy.



Érdekesség

A legelterjedtebb típus a HR6-os kódú, 1,2 V feszültségű, NiMH feliratú (nikkel-metál-hibrid) akkumulátor.
Laptopok, telefonok, fényképezőgépek akkumulátorai lítiumionosak, feszültségük általában 3,7 V. Előnyük, hogy nemcsak kisütés után, hanem bármikor tölthetők, továbbá kisméretűek; az áruk azonban magas.
Autókban 12 V-os, savas ólomakkumulátorok terjedtek el; 6 db, egyenként 2 V feszültségű cellából állnak. A motor beindításakor rövid ideig több száz amper erősségű áramot szolgáltatnak. A járó motor meghajt egy generátort, amely feszültséget állít elő. Menet közben a generátor tölti az akkumulátort. Ilyenkor a jármű elektromos áramellátását is a generátor végzi.
Az autóakkumulátorok súlyosak, anyaguk erősen környezetszennyező.





Napelemek

A napelem a Nap sugárzásának egy részét (elsősorban a látható tartományú fényt) alakítja át elektromos energiává. Kis kapacitású napelemek alkalmazása ott célszerű, ahol nincs elektromos hálózat, vagy nagyon költséges lenne annak kiépítése. A megtermelt energiát vagy azonnal felhasználja a hozzá kapcsolt berendezés, vagy egy akkumulátort tölt, így éjjel és felhős időben is biztosított annak energiaellátása. Nagyobb kapacitások (pl lakóházakra, irodaépületekre telepítettek) esetén célszerűbb a kis értékű egyenfeszültséget úgynevezett inverterekkel 230 V-os hálózati váltakozó feszültséggé alakítani és az aktuálisan fel nem használt energiát az elektromos hálózatba táplálni. Így lényegében a villamos hálózat játssza az akkumulátor szerepét. (Az áramszolgáltató köteles átvenni az így felkínált energiát.)



Budapesten a MOL Bubi közbringarendszer gyűjtőállomásain a vezérlő és kommunikációs egység energiaellátását napelemek biztosítják

Összefoglalás

Galvánelemek: Ha két különböző fémet elektrolitba merítünk, akkor kémiai folyamatok révén a két fém (két pólus) között (+ és –) tartós feszültség alakul ki. A galvánelemek addig használhatók, amíg valamelyik elektródájuk anyaga el nem fogy.
Az akkumulátor tölthető elem. Használat során feszültsége lecsökken, ekkor fel kell tölteni.
Az autók akkumulátora 12 V-os, savas akkumulátor.

Kérdések, feladatok

1. Keress a környezetedben olyan elektromos eszközt, amely napelemmel működik!
2. Miért mondhatjuk, hogy a tönkrement akkumulátor veszélyes hulladék?
3. Mekkora feszültségű elemet kapunk, ha sorba kapcsolunk 4 db galvánelemet??

4. AZ ELEKTROMOS MUNKA ÉS TELJESÍTMÉNY

Elektromos munka



Az elektromos fogyasztó az áramforrásból energiát vesz fel. Ezt az energiát használja fel működése közben, vagyis amikor **munkát végez**, vagy hőt termel. Egy villanymotorral működő fúrógép az áramforrásából, az elektromos hálózatból felvett energiát használja, amikor fúráskor munkát végez.
Ha az áramkör egy hőt fejlesztő ellenállást működtet (például egy villanybojlert), akkor az áramforrásból felvett energia egyenlő az ellenálláson **felszabaduló hővel**.
Ez a fogyasztó **elektromos munkája**. **Az elektromos munka jele: W** (az angol work szó alapján), **mértékegysége megegyezik az energia mértékegységével, tehát joule (J).**
A fogyasztó által végzett elektromos munka függ a feszültségtől, az áramerősségtől és az eltelt időtől.

Szavakkal	Jelekkel	Mértékegységekkel
Az áramforrásból felvett energia, vagyis az elektromos fogyasztó által végzett munka a feszültség, az áramerősség és az eltelt idő szorzata.	$W = U \cdot I \cdot t$	1 joule (J) = = 1 volt (V) · 1 amper (A) · 1 másodperc (s)

Elektromos teljesítmény

Az elektromos teljesítmény az elektromos munkavégzés sebessége. Mértékegysége a watt (W).

Kiszámítása: $P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$. Ezek szerint:

Szavakkal	Jelekkel	Mértékegységekkel
A fogyasztó elektromos teljesítménye a fogyasztó kivezetései között mérhető feszültség és a rajta folyó áram erősségének szorzata.	$P = U \cdot I$	1 watt (W) = 1 volt (V) · 1 amper (A)

Példa

Asztali lámpákban gyakran 60 W-os háztartási izzót használunk. Érdekes, hogy ugyanígy 60 W-os a gépkocsi fényszórójának izzója is, pedig csak 12 V feszültség táplálja. Hogy lehetséges ez? Számítsuk ki ezen izzók névleges áramerősségét!
Az elektromos teljesítmény: $P = U \cdot I$, amiből $I = \frac{P}{U}$.

Hálózati izzó	Gépkocsiizzó
$U = 230$ V, $P = 60$ W	$U = 12$ V, $P = 60$ W
$I = \frac{P}{U} = \frac{60\ \text{W}}{230\ \text{V}} = 0{,}26$ A	$I = \frac{P}{U} = \frac{60\ \text{W}}{12\ \text{V}} = 5$ A

A sokkal kisebb feszültségű gépkocsiizzón sokkal nagyobb áram folyik át, ezért lehet ugyanakkora a teljesítménye.

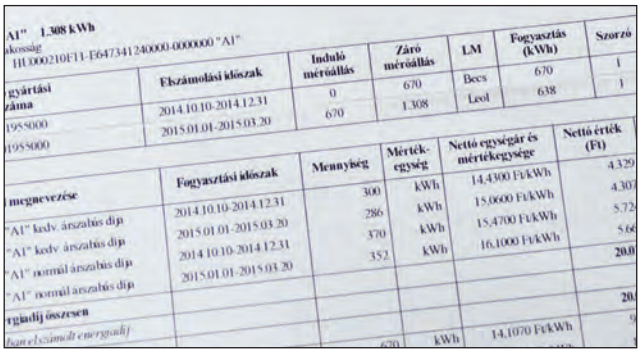
Jó, ha tudod

Az elektromos fogyasztók fontos jellemzője a teljesítmény. Például a hálózati izzókon fel is tüntetik, hogy 230 V-os áramforrásra kapcsolva 60 W vagy 100 W teljesítményt adnak le. Az elektromos fogyasztókat mindig valamilyen meghatározott feszültségre tervezik. Ha a fogyasztó ezen az ún. **névleges feszültségen** üzemel, akkor adja le a **névleges teljesítményt**.

Ha ugyanarra a fogyasztóra a névlegesnél alacsonyabb feszültséget kapcsolunk, akkor a névlegesnél kisebb teljesítményt ad le. Ha a fogyasztót az előírtnál nagyobb feszültségű áramforrásra kapcsoljuk, akkor a megengedettnél nagyobb áram folyik át rajta; ez a készüléket tönkreteheti.
Néhány elektromos fogyasztó névleges teljesítménye:

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

Az **elektromos munkát**, vagyis a hálózatból felvett energiát az elektromos eszközök teljesítményéből is meghatározhatjuk.
$W = U \cdot I \cdot t = P \cdot t$
A gyakolatban a villanyszámlán nem joule, hanem kWh mértékegységet találunk.
1 kWh = 1000 · 3600 Ws = 3 600 000 J.


A1" 1.308 kWh
akosság
HU000210F11-E647341240000-0000000 "A1"

gyártási záma	Elszámolási időszak	Induló mérőállás	Záró mérőállás	LM	Fogyasztás (kWh)	Szorzó
1955000	2014.10.10-2014.12.31	0	670	Becs	670	1
1955000	2015.01.01-2015.03.20	670	1.308	Leol	638	1

megnevezése	Fogyasztási időszak	Mennyiség	Mérték-egység	Nettó egységár és mértékegysége	Nettó érték (Ft)
"A1" kedv. árszabús díja	2014.10.10-2014.12.31	300	kWh	14,4300 Ft/kWh	4.329
"A1" kedv. árszabús díja	2015.01.01-2015.03.20	286	kWh	15,0600 Ft/kWh	4.307
"A1" normál árszabús díja	2014.10.10-2014.12.31	370	kWh	15,4700 Ft/kWh	5.72
"A1" normál árszabús díja	2015.01.01-2015.03.20	352	kWh	16,1000 Ft/kWh	5.66
rgiadíj összesen					20.0
ban elszámolt energiadíj		670	kWh	14,1070 Ft/kWh	9

Az elektromos eszközök működésük közben az elektromos hálózatból vesznek fel energiát. Ezt az energiát a villamoserőművek táplálják a hálózatba.

Példa

Számítsuk ki, hogy egy négy órán át működő, 120 W-os számítógép és egy 1,8 kW-os, 120 literes villanybojler mekkora összeggel növeli a havi villanyszámlát! 1 kWh elektromos energia árát vegyük 40 Ft-nak.

Számítógép	Villanybojler
P = 120 W, t = 4 h	P = 1,8 kW, t = 4 h
A 4 óra alatt elhasznált elektromos energia: $W = P \cdot t$ = 120 W · 4 h = 480 Wh = 0,48 kWh. Ennek az ára: 40 Ft · 0,48 = 20 Ft	Ugyanígy a villanybojler esetében: $W = P \cdot t$ = 1,8 kW · 4 h= 7,2 kWh Ennek az ára: 40 Ft · 7,2 = 290 Ft

A villanybojler működtetése tehát kb. 15-ször többe kerül.

Energiatakarékosság

A háztartási fogyasztók teljesítménytáblázatából kiderül, hogy az áram hőhatását hasznosító eszközök felvett teljesítménye nagy. Elsősorban ezek okozhatják villanyszámláink magas összegét. A rövid ideig üzemelők (kenyérpirító, hajszárító stb.) fogyasztása nem jelentős. Az állandóan bekapcsolva tartott eszközök (hűtőszekrények, fagyasztók) fogyasztása már jelentősebb tétel; vásárlásukkor érdemes a fogyasztásukat is figyelembe venni. Legnagyobb fogyasztók az elektromos vízmelegítők (bojlerek), a villanykályhák és újabban a klímaberendezések.

Lehetőségek az energiatakarékosságra:
– a villanybojler megfelelő időközönkénti vízkőmentesítése;
– mosás, mosogatás alacsony hőmérsékleten (30 °C);
– zuhanyozással kevesebb meleg vizet használunk, mint kádban fürdéssel;
– az elektromos berendezéseket használaton kívül áramtalanítsuk;
– az izzólámpákat érdemes lecserélni kompakt fénycsövekre és LED-lámpákra.

Energiatakarékos világítóeszközök

Hasonló fényerejű hagyományos izzót, kompakt fénycsövet és LED-lámpát hasonlítunk össze.

	Hagyományos izzó	Kompakt fénycső	LED-izzó
Teljesítmény	60 W	11 W	7 W
Várható élettartam	1000 óra	10 000 óra	20 000 óra
Átlagos ár	140 Ft	900 Ft	1100 Ft

Kiszámítjuk, hogy a LED-izzó 20 ezer órás élettartama alatt mekkorák a beszerzési és üzemeltetési költségek. Ez alatt 1 darab LED-izzót, vagy 2 db kompakt fénycsövet, vagy 20 darab hagyományos izzót használunk el. (20 ezer órát kb. 20 év alatt világítanak az izzók.) A kiszámított adatokat táblázatba foglaljuk, 40 Ft/kWh elektromosenergia-árral számolunk.

	Beszerzési ár (Ft)	Fogyasztás (kWh)	Fogyasztás ára (Ft)	Összes költség (Ft)	Évenkénti költség (Ft)
Hagyományos izzó	20 · 140 Ft = 2800 Ft	20 000 h · 60 W = 1200 kWh	48 000 Ft	50 800 Ft	2540 Ft
Kompakt izzó	2 · 900 Ft = 1800 Ft	20 000 h · 11 W = 220 kWh	8800 Ft	10 600 Ft	530 Ft
LED	1100 Ft	20 000 h · 7 W = 140 kWh	5600 Ft	6700 Ft	335 Ft

A LED-izzók választása mellett két további szempont:
1. sokkal jobban „tűrik” a sűrű ki-be kapcsolást, mint a kompakt izzók,
2. a kompakt izzók gyártása és elhasználódásuk utáni megsemmisítése komolyan környezetszennyező.

Összefoglalás

Az elektromos fogyasztó által végzett munka a feszültség, az áramerősség és az eltelt idő szorzata.
Az elektromos munka mértékegysége a joule (J).
A háztartások elektromos fogyasztásának nagy részét az elektromos és a korszerűtlen fényforrások okozzák.

Kérdések, feladatok

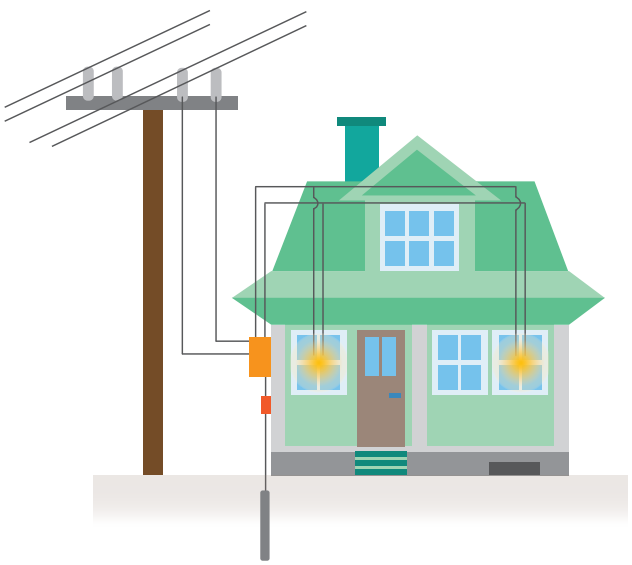
1. Mit értünk az elektromos eszközök névleges teljesítményén?
2. Milyen energiatakarékossági lehetőségeket ismerünk?

5. A LAKÁS ELEKTROMOS HÁLÓZATA

Az elektromosenergia-hálózat a villamos energiát az erőművektől a fogyasztók felé továbbítja. Az országos hálózat nemzetközi rendszerbe illeszkedik, ahonnan importálni (vásárolni) és ahová exportálni (eladni) is lehet villamos energiát. Magyarország általában villamosenergia-importra szorul.

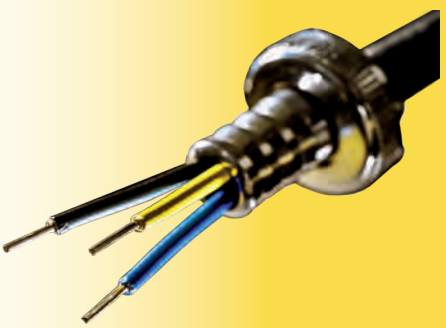


A nagyfeszültségű hálózatról több lépcsőben 230 V-ra történő átalakítással (transzformálással) jut az elektromos energia a lakásokba.
A lakásokba három vezetékből álló kábelen jut be az áram. A három vezetékből kettő (az ún. fázis és nulla) az elektromos hálózattal van kapcsolatban. Köztük 230 V a feszültség. A harmadik vezeték a védőföldelés.



Jó, ha tudod

Fázis, nullvezeték és védőföldelés. Szigetelőburkolatuk színével különböztetjük meg őket: a fekete vagy barna színű a fázis, a kék színű a nulla és a zöld-sárga a védőföldelés.



Az elektromos áram először a mérőórán halad keresztül.



Villanyóra méri és kWh-ban jelzi a lakás elektromosenergia-felhasználását. Egy alumíniumkorong forog benne kívülről is jól láthatóan. Nagy fogyasztás esetén gyorsan, kis fogyasztás esetén lassan. Állni szinte soha nem látjuk. A mérőóra előtt van egy főbiztosító (megszakító), amely a megengedettnél nagyobb terhelés (nagyobb áramerősség) esetén megszakítja a fő áramkört.

Érdekesség

A jövőben várhatóan megjelennek az energiatakarékosságot elősegítő „okos villanyórák”. Nézz utána, hogyan fognak működni!

Az áramvédő kapcsoló és a biztosíték



A villanyóra után található az **áramvédő kapcsoló**, közismertebb nevén FI-relé. A FI-relé figyeli a fázis és a nulla vezetéken folyó áramot. Ez a két áram – „normális” működés esetén – azonos erősségű. „Szivárgás” akkor fordul elő, ha zárlatos egy fogyasztó, vagy ha megérintettünk egy feszültség alatt álló fémrészt, sérült szigetelésű vezetéket. Amikor a FI-relé ezt érzékeli, nagyon gyorsan, még a tényleges áramütés kialakulása előtt lekapcsol.

Az áram útjában következnek a **kismegszakítók**. Feladatuk akkor van, ha a megengedettnél erősebb áram lép fel egy áramkörben. Ennek oka lehet az, ha túl sok fogyasztó egyidejű bekapcsolásával túlterhelést okozunk, vagy ha rövidzárlat történik. A kioldás történhet ikerfémes hőkioldóval (túlterhelés esetén) vagy elektromágneses gyors kioldóval (zárlat esetén). Kézi kikapcsolással is megszakítható egy-egy áramkör.

Különböző áramköröknek saját megszakítójuk van, ezért a meghibásodásban nem érintett áramkörök továbbra is működhetnek.

A megszakító visszakapcsolása előtt a meghibásodott eszközt kell kihúznunk a konnektorból, illetve a túlterhelést meg kell szüntetnünk.

Vezetékek anyaga, keresztmetszete

A vezetékek anyaga napjainkban réz, régebben alumíniumot is használtak. Keresztmetszetét a vezeték által táplált áramkör legnagyobb áramerőssége (illetve teljesítménye) határozza meg. Ehhez illesztik az áramkörben alkalmazott biztosítékot is.

Érdekesség

Rézvezeték keresztmetszete	Az áramkör legnagyobb		A használandó biztosíték legnagyobb áramerőssége
	áramerőssége	teljesítménye	
1,5 mm^2	14 A	3 kW	10 A
2,5 mm^2	20 A	4,5 kW	15 A

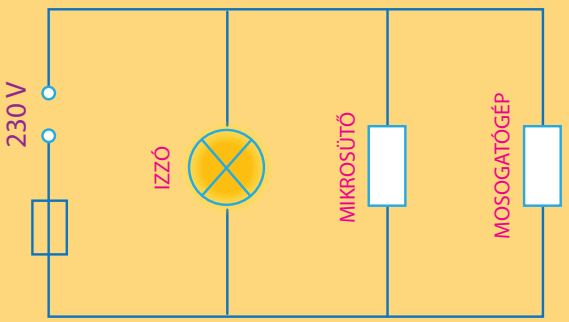
A szigetelt vezetékeket a falban védőcsőben helyezik el. Ez a módszer lehetővé teszi a későbbi vezetékcserét.

Áramkörök, fogyasztók

Egy lakásban több független áramkört alakítanak ki:
– lakószobai világítóhelyek,
– lakószobai dugaszoló helyek,
– konyhai világítás és dugaszoló helyek,
– fürdőszobai világítás és dugaszoló helyek áramkörei.
Ezzel megvalósul, hogy egy áramkör meghibásodása esetén nem marad a lakás világítás lehetősége nélkül. Minden áramkörbe földvezetéket építenek ki az érintésvédelem érdekében. A fürdőszoba villamos készülékeire, azok elhelyezésére szigorú életvédelmi előírások érvényesek.

Példa

Egy konyha áramköreinek védelmét egy 15 A-es kismegszakító látja el. Kiold-e a kismegszakító, ha egyszerre kapcsoljuk be a 2 kW-os mosogatógépet, a 800 W-os mikrohullámú melegítőt és világításra is felhasználunk 100 W-ot?



Tudjuk, hogy a fogyasztók párhuzamosan vannak kapcsolva. Kiszámíthatjuk egyesével a három mellékág áramerősségét a $I = \frac{P}{U}$ összefüggés segítségével; ezeket összeadva a főáram erősségét kapjuk.

Egyszerűbb a három fogyasztó teljesítményét összegezni:

$P_{összes} = 2000\ \text{W} + 800\ \text{W} + 100\ \text{W} = 2900\ \text{W}.$

A $P = U \cdot I$ összefüggésből kapjuk $I_{főág} = \frac{P_{összes}}{U_{hálózat}} = \frac{2900\ \text{W}}{230\ \text{V}} = 12{,}6\ \text{A}.$

A 15 A-es kismegszakító tehát nem old ki.

Összefoglalás

A lakások elektromos hálózata 230 V feszültséggel működik.
Az áram útja egy lakásban: mérőóra → áramvédő kapcsoló → kismegszakító → fogyasztó. Napjainkban a szigetelt vezetékek a falban, védőcsőben haladnak.
A lakások elektromos berendezései párhuzamosan vannak kapcsolva.

Kérdések, feladatok

1. A villanyórára tekintve hogyan lehet gyorsan megállapítani azt, hogy éppen nagy vagy kicsi a lakás fogyasztása?
2. Milyen eszköz nyújt védelmet
   a) az áramütés,
   b) túlterhelés,
   c) rövidzárlat okozta tűz ellen?

6. NAPJAINK ELEKTROMOS ESZKÖZEI

Az elektromosságtannak a 20. században kifejlődött új területe az elektronika. Az elektronikus eszközök feladata az áramkörök szabályozása.
Néhány idetartozó terület: a rádió, televízió, a telefonok, a mikrofonok és hangszórók, erősítők, informatikai eszközök, szabályozó rendszerek áramkörei.
Az elektronikus áramkörök által működtetett rendszerek három fő egységre oszthatók fel:
bemenet–jelfeldolgozás–kimenet.
Modern világunkat át- és átszövik az elektronikus rendszerek. Két kiragadott példa a számtalanból:

Jó, ha tudod

1. A televízió távirányítója

Bemenet	Jelfeldolgozás	Kimenet
Utasítás bevitele a kiválasztott gomb megnyomásával.	Az utasítás kódolt infravörös impulzussá alakítása.	A kódolt infravörös fény kibocsátása.

A televíziós készüléken egy másik elektronikus rendszer – melynek bemenő jele a távirányító kimeneti jele – végzi el a kívánt beavatkozást.

2. A gépkocsi automata sebességszabályozó rendszere (tempomat)
Az újabb gépkocsik általában fel vannak szerelve ilyen rendszerrel, a régebbiekbe beépíthető.
Lényege:
– A tempomat kezelőszerveivel (RES + és SET –) beállítható egy sebességérték.
– Menet közben a rendszer méri a gépkocsi sebességét és összehasonlítja az előre beállított értékkel.
– Eltérés esetén beavatkozik: növeli vagy csökkenti az autó sebességét.



Bemeneti jelek	Jelfeldolgozás	Kimenet
– Az autó sebességétől függő elektromos jel, – a beállított sebességet kódoló jel.	Összehasonlítja a bejövő két jel értékét.	Az összehasonlítás eredményétől függően beavatkozik: növeli vagy csökkenti a sebességet.

Az automata sebességszabályozó rendszer okosabb változata a távolságtartó tempomat. A rendszer egy érzékelővel figyeli az autó előtti területet, és ha ott észlel másik járművet, akkor nem ragaszkodik a beállított sebességhez, hanem biztonságos követési távolságot tart mögötte.



Az elektronikus áramkörök főszereplői: a félvezetők

A leggyakrabban használt félvezető anyag a szilícium. A szilícium közönséges anyag. Leggyakrabban a közönséges homokban (szilícium-dioxid) található meg. A félvezetőgyártás nagyon tiszta szilíciumkristályokat igényel, amelyek ebben a formában a természetben nem találhatók meg. Más félvezető anyagok is léteznek: a germánium, a szelén és néhány vegyület is (pl. réz-dioxid, gallium-arzenid, ólom-szulfid). Fontos tulajdonságaik:
1. Ellenállásuk erősen függ a hőmérséklettől; szobahőmérsékleten gyengén, magasabb hőmérsékleten jobban vezetik az áramot.
2. Áramvezetési tulajdonságaik idegen anyagok bevitelével („szennyezéssel”) jelentősen módosíthatók.

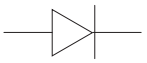


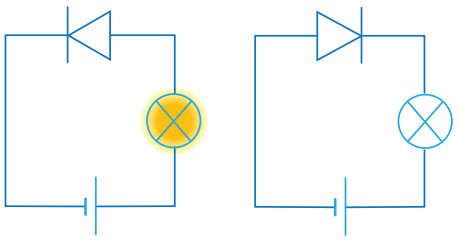
A dióda

A félvezető eszközök két vagy több, szendvicsszerűen felépített, különböző vezetési tulajdonságú félvezető rétegből állnak.

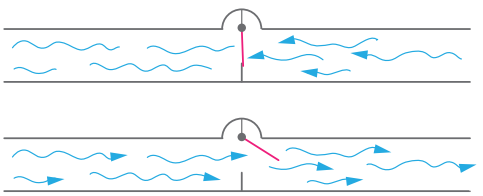
A dióda legegyszerűbb félvezető áramköri elem. Két kivezetése van, két rétegből áll.
Fényképe és áramköri jele:







A dióda az áramot csak az egyik irányban vezeti, a másik irányban szakadásként viselkedik.



Működésének modellje: vizet áramoltató csőbe beépített szelep. Csak egyirányú áramlást tesz lehetővé; egyik irányban nyit, a másikban zár.

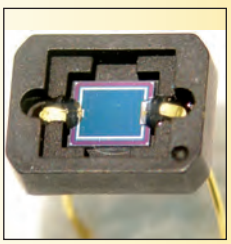
Felhasználási területei

– Egyenirányítás: váltakozó áramot tudunk egyenirányítani vele. Az akkumulátortöltők ezért üzemeltethetők a váltakozó áramú hálózatról.
– Polaritáscsere elleni védelem: diódával megvédhetők azok az áramkörök, melyeket károsítana egy fordított polaritással bekötött elem.

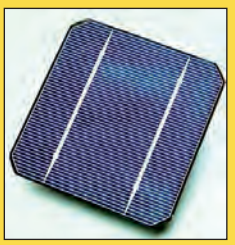
Érdekesség

Fotodióda

Fény hatására válik vezetővé. A rajta áthaladó áram arányos a ráeső fény erősségével.
Felhasználási területek: fénymérés, fénykapu, alkonykapcsoló, helyzetérzékelés.

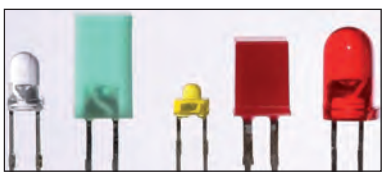


A napelemekben áramforrásként használjuk. Környezetkímélő tulajdonságai miatt ma már a közlekedésben, épületek, települések áramellátásában is szerepet kap. Az élettartamuk 20–40 év. Elterjedésükben hosszabb távon számottevő növekedés várható.



LED

A LED fénykibocsátó dióda. A felvett elektromos teljesítmény jelentős részét alakítja fénnyé. A LED-ek működése kis áramot és alacsony feszültséget igényel, ezért fényforrásként igen energiatakarékos.

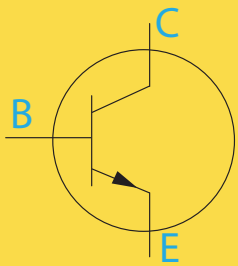


Tranzisztor

A tranzisztor három szennyezett félvezető rétegből álló, három kivezetésű áramköri elem. Elektromos jel erősítésére vagy kapcsolására használható. Az erősítés mértéke több százszoros is lehet.

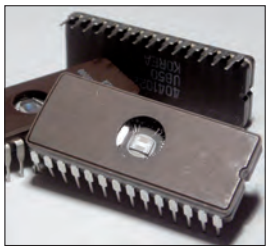
Érdekesség

A tranzisztor egyike a 20. századot meghatározó találmányoknak. 1947-ben mutatták be az első működőképes modellt az Egyesült Államokban, a Bell Laboratóriumban.
A tranzisztorok forradalmasították az ipari és háztartási elektronikát, később megjelentek a számítógépekben. Kiszorították az addig használt nagyméretű, gyakran meghibásodó, lassan bemelegedő elektroncsöveket.



Integrált áramkörök (IC)

Az **integrált áramkör** félvezető lapkán kialakított, nagyon kis méretű, főleg tranzisztorokból és ellenállásokból álló áramkör.



Jó, ha tudod

Az első integrált áramkört Jack *Kilby,* a Texas Instruments mérnöke készítette, 1958-ban. 1964-ben jelent meg az első IC-ket tartalmazó számítógép, ami 1 millió művelet/másodperc sebességet ért el. 1971-ben megjelent az első mikroprocesszor (Intel 2004), amely 2300 tranzisztort tartalmazott. A fejlődés nagyon gyors: a 2000-ben megjelent Intel Pentium IV már 42 millió, a 2011-es Intel Core i7 EE már 1,3 milliárd tranzisztort tartalmazott. Az integrált áramkörökben lévő tranzisztorok száma kb. kétévenként megduplázódik. Ez teszi lehetővé az elektronikai eszközök és számítógépek folyamatos miniatürizálását.



Összefoglalás

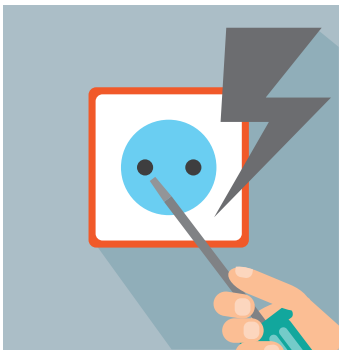
Az elektronikus áramkörök legfontosabb anyagai félvezetőket tartalmaznak. A félvezetők áramvezető képessége a fémek és a szigetelők között van. Vezetőképességük a hőmérséklet növelésével nő.
A mikroelektronikai eszközök különböző vezetőképességű rétegekből állnak. A diódák egyenirányításra, a tranzisztorok erősítésre és kapcsolásra használhatók. Speciális diódák a fotodiódák és a LED-ek.
Az integrált áramkörökben, mikroprocesszorokban nagyon kis térfogatban rendkívül sok áramköri elemet helyeznek el.

Kérdések, feladatok

1. Melyek a legfontosabb félvezető eszközök?
2. Sorolj fel a családotok tulajdonában levő eszközöket, melyek elektronikus áramköröket tartalmaznak!

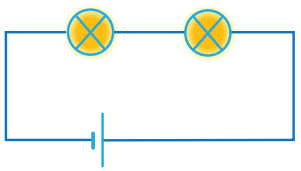
7. ÖSSZEFOGLALÁS

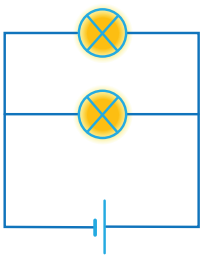
Áramütés esetén első teendő az áramütött személy kiszabadítása:
– csapjuk le a biztosítékot,
– elsősegélyt kell nyújtani,
– hívjunk orvost!



EKG- és EEG-készülékek testünk élettani elektromos jelenségeit vizsgálják.
Az elektromos áram defibrillátorok használatakor életet is menthet.

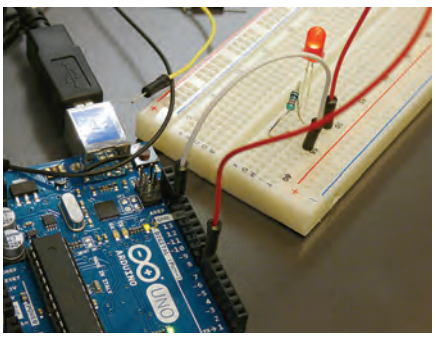
Ha két vagy több fogyasztót egy áramkörben elágazás nélkül, egymás után kötünk, akkor soros kapcsolásról beszélünk. Ilyenkor:
– az egyes fogyasztókon átfolyó áram erőssége ugyanakkora,
– az egyes fogyasztók feszültségének összege megegyezik az áramforrás feszültségével,
– az egyes fogyasztók ellenállása összeadódik .





Ha két vagy több fogyasztót egy áramkör elágazási pontjai közötti mellékágakba iktatunk, akkor párhuzamosan kapcsoltuk őket. Ilyenkor:
– minden fogyasztó az áramforrás feszültségét kapja,
– a mellékágak áramának összege egyenlő a főág áramának erősségével,
– az áramkör összes ellenállása kisebb, mint bármelyik fogyasztó ellenállása.

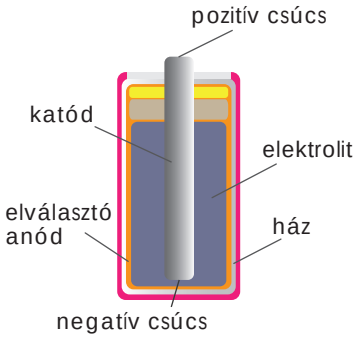
Az elektromos fogyasztó által végzett munka a feszültség, az áramerősség és az eltelt idő szorzata, mértékegysége a kWh.



A mikroelektronika legfontosabb anyagai félvezetőket tartalmaznak. A diódák egyenirányításra, a tranzisztorok erősítésre és kapcsolásra használhatók. Speciális diódák a fotodiódák és LED-ek.

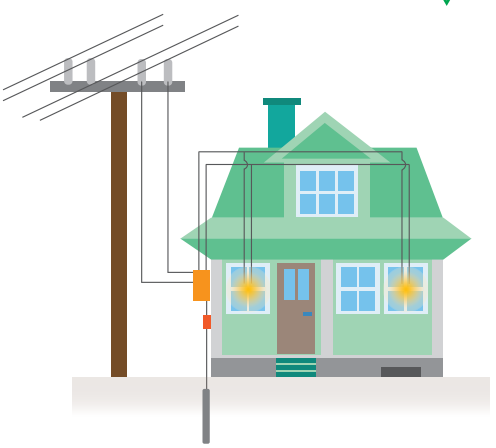
A lakások elektromos hálózata 230 V-os feszültséggel működik.
Elemei:
– villanyóra,
– vezetékek,
– biztosítékok,
– fogyasztók, melyek párhuzamosan vannak kapcsolva,
– kapcsolók.

Az integrált áramkörökben, mikroprocesszorokban nagyon kis térfogatban rendkívül sok áramköri elemet helyeznek el.



Ha két különböző fémet elektrolitba merítünk, akkor kémiai folyamatok révén a két fém között feszültség alakul ki. Ezt a jelenséget használjuk fel a galvánelemekben.

Az akkumulátor tölthető elem.



1. ÁLLANDÓ MÁGNESEK, MÁGNESES MEZŐ

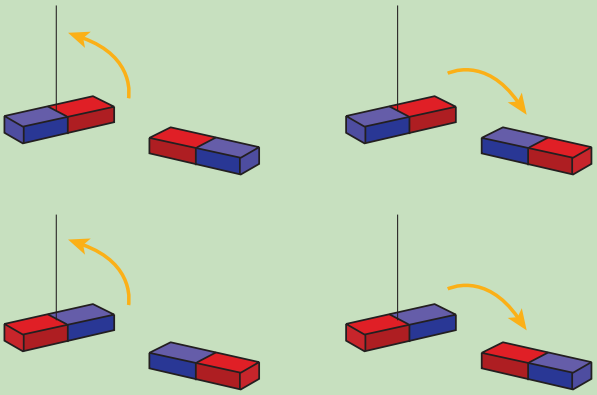
Már az ókorban ismerték az emberek azt a mágneses vasércet (magnetit), amely a vasból készült tárgyakat magához vonzza. Mágnes szinte minden háztartásban található: a szekrények gyakran mágneszárral működnek, a szétszóródott gombostűket, kapcsokat mágnessel össze tudjuk szedni, és iránytűt is biztosan látott már mindenki! **Az ilyen mágneseket állandó vagy permanens mágneseknek nevezzük.**

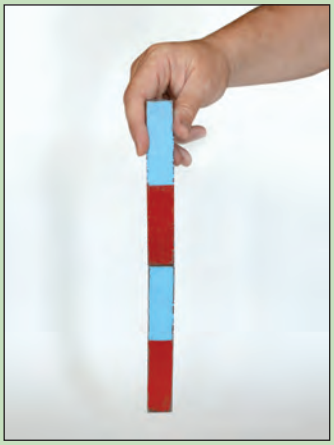


1. kísérlet

Vegyünk kézbe két mágnesrudat, és közelítsük őket egymáshoz különböző végeikkel!

Tapasztalat: A mágnesrúd bizonyos végei vonzzák, bizonyos végei pedig taszítják egymást.





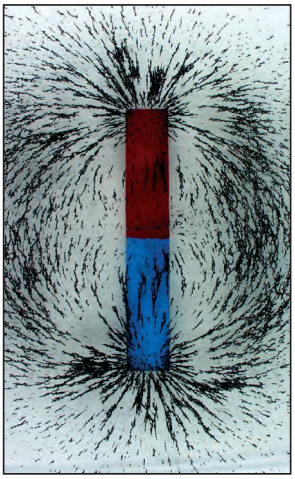
2. kísérlet

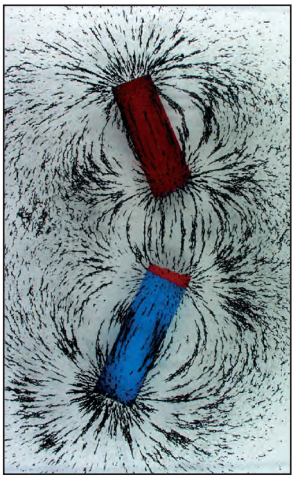
Érintsük össze két mágnesrúd közepét úgy, hogy a rudakat egymásra merőlegesen tartjuk!

Tapasztalat: Ebben az esetben a mágnesek nem vonzzák egymást, de mivel a végeik erőt fejtenek ki egymásra, erősen kell őket tartani, hogy ne forduljanak párhuzamos helyzetbe!



A mágneses hatás a mágnesrúd végein a legerősebb, a rúd közepe gyakorlatilag nem mágneses. A rúd végeit a mágnes pólusainak nevezzük. A mágnes pólusait szétválasztani nem lehet. Ha eltörnénk egy mágnest, akkor mind a két darabjának újra két pólusa lenne!





Gondolkozz!

Mit gondolsz, mi történne, ha egy mágnest nagyon-nagyon apróra törnénk, és ezt a morzsalékhalmazt egy zacskóban mágneshez közelítenénk? Hogyan győződhetnénk meg róla, hogy mágnesként viselkedik-e?

A mágnesrúdnak két pólusa van. Az azonos pólusok taszítják, az ellentétes pólusok vonzzák egymást. Egypólusú mágnes nincs!
Az iránytű egy tengelyen elforduló kisméretű mágnes.





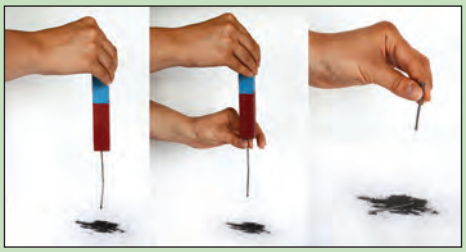
3. kísérlet

Helyezzünk az asztalra parafa dugót, műanyag kupakot, alumíniumból készült kulcsot, rézdrótot, papírgalacsint, üvegpoharat, gumikarikát, vasszöget, és ha van: ezüstláncot, aranygyűrűt!
Közelítsük mindegyikhez a mágnesrudat! Figyeljük meg, mit tapasztalunk!
Tapasztalat: A mágnes egyedül a vasszöget vonzotta magához, a többi tárgyra nem hatott.



4. kísérlet

Mágnesrúd egyik végéhez érintsünk vasból készült tárgyat (pl. szöget), és helyezzük vasreszelék közelébe, majd vegyük el a mágnesrudat!
Tapasztalat: A mágnes hatására a szög is mágnessé válik és magához vonza a vasreszeléket, de ha elvesszük a mágnest a szög közeléből, a vasreszelék lepotyog.



5. kísérlet

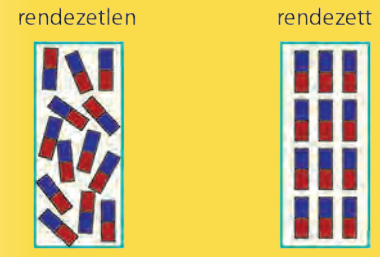
Húzzuk végig hússzor a mágnesen a zsákvarró tűt, ügyelve arra, hogy mindig csak egy irányban érintkezzen a mágnes a tűvel! Ezután közelítsük a tűt apró szögekhez! Figyeljük meg, mi történik!
Tapasztalat: A tű mágnesessé vált.



A 4. és 5. kísérlet két tapasztalata: a lágyvas mágnesezhető, de a mágnes elvétele után elveszíti mágneses tulajdonságát. Az acél is mágnessé válik, miközben a mágneses hatását huzamosabb ideig megtartja.

Érdekesség

Minden anyag atomjai parányi mágnesként viselkednek. A permanens mágnesekben ezek rendezetten, egymást erősítve helyezkednek el. Azokban az anyagokban, amelyek nem mutatnak mágneses hatást, ezek a pici mágnesek összevissza, egymás hatását kioltva helyezkednek el. Ha az anyag mágnesezhető, akkor a közelébe vitt mágnes hatására a kezdetben rendezetlenül álló kis mágnesek egy irányba rendeződnek. Ha a külső hatást megszüntetjük, akkor az acél esetében ez a rendezettség hosszú ideig megmarad, permanens mágnessé válik, a lágyvas esetén megszűnik, és a kis mágnesek ismét rendezetlenné válnak.



6. kísérlet

Szúrjunk be oldalról egy üveg parafadugójába egy nem mágneses gombostűt! Egy másik mágnesezett gombostű fejét érintsük a vízszintesen beszúrt gombostűhöz! Melegítsük gyufával a mágnesezett gombostűt!

Tapasztalat: A mágneses gombostű függve marad, de ha gyufa lángjával melegítjük, akkor leesik.

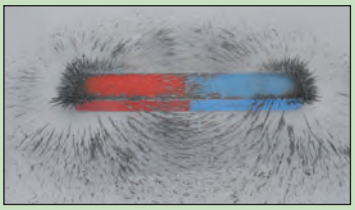
Magas hőmérsékleten az acél elveszti a mágneses tulajdonságát!



7. kísérlet

Mágnesrúdra helyezzünk üveglapot, arra szórjunk vasreszeléket! Kocogtassuk meg kicsit az üveglapot, és figyeljük meg, hogyan helyezkednek el a vasreszelék szemcséi!

Tapasztalat: A szemcsék jól látható vonalakat rajzolnak ki. Ezek a vonalak a pólusokat kötik össze, és itt a legsűrűbbek.

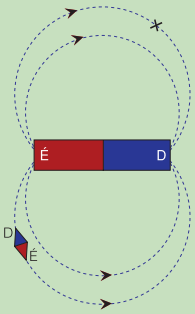


A mágnesrúd maga körül mágneses mezőt kelt, a kirajzolódó vonalakat mágneses erővonalaknak nevezzük.

8. kísérlet

Mágnesrúd körül vigyünk körbe egy iránytűt, és figyeljük meg, hogyan változik az iránya.

Tapasztalat: A mozgás során az iránytű mindig a mágneses erővonalak irányába áll be. Az erővonalakon a nyíl azt jelzi, hogy az iránytű északi pólusa milyen irányba mutat.



9. kísérlet

Vegyünk a tenyerünkbe mágnest, kezünk fejét pedig tartsuk szögek közelébe!



Tapasztalat: A mágnes a szögeket a kezünkön keresztül is vonzza, mert a mágnes által keltett mágneses mező fejt ki hatást rájuk, és azt a kezünk nem „árnyékolja le”.

Az iránytű akkor is jelez mágneses mezőt, ha nincs a közelében mágnesrúd, mivel a **Földnek is van mágneses mezője.**

Jó, ha tudod

Az iránytűkön az északi irányt gyakorta az angol north szó kezdőbetűjével (N) jelölik, a déli irányt pedig az angol south kezdőbetűjével (S).

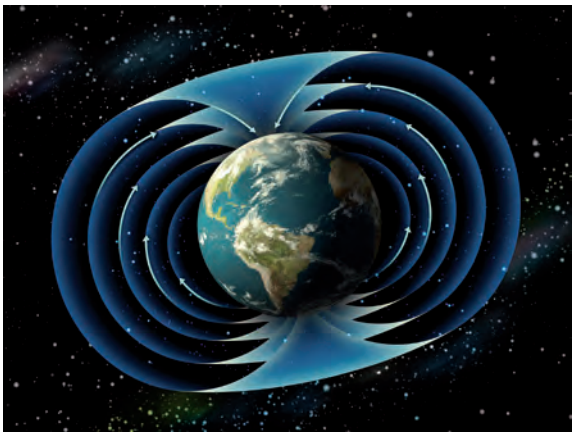


A Föld pólusai az északi és a déli sarkok közelében vannak, de nem esnek egészen egybe azokkal. A pólusokat összekötő képzeletbeli tengely eltér a Föld tengelyétől. Az iránytű, és minden mágnes északi pólusának azt a pólust nevezzük, amelyik az északi sarok irányába mutat, tehát a Föld mágneses mezőjének itt van a déli pólusa.

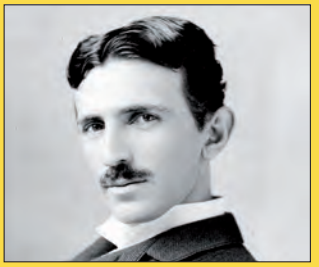
Érdekesség

A mágneses sarkok helyzete nem állandó, évente átlagosan kb. 15 km-nyit mozdulnak el véletlenszerűen. A két pólus egymástól függetlenül vándorol, és nem mindig a földgömb két, egymással ellenlábas pontján található.

A Föld környezetének azt a részét, ahol a mágneses hatás érvényesül, magnetoszférának nevezzük.



Jó, ha tudod



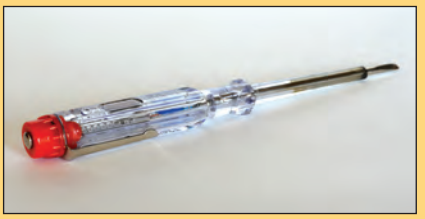
Nikola *Tesla* (1856–1943) horvát–szerb–amerikai fizikus, feltaláló, mérnök. A világ egyik legjelentősebb feltalálója volt. Tevékenységét elsősorban az elektromosság, mágnesség és gépészet terén fejtette ki. Életében 146 szabadalmat jegyeztek be a neve alatt. Róla nevezték el a mágneses mező erősségét jellemző fizikai mennyiséget teslának.

Összefoglalás

A természetben is található mágneses tulajdonsággal rendelkező vasérc.
A mágnesnek azokat a részeit, ahol a mágneses hatás a legerősebb, pólusoknak nevezzük.
A mágnesrúdnak két pólusa van, az egyiket északi, a másikat déli pólusnak hívjuk.
Az azonos pólusok taszítják, a különbözők vonzzák egymást.
A mágnes a vasat vonzza.
Az iránytű egy tengely körül elforduló mágnes.
A Földnek is van mágneses mezője.
A mágneseket mágneses mező veszi körül, amely nem látható, de egy iránytűvel kimutatható, mert mindig a mágneses mező erővonalainak az irányába áll be.

Kérdések, feladatok

1. Sorolj fel példákat arra, hogy hol használunk mágnest a háztartásokban!
2. Vajon miért használnak a műszerészek mágneses végű csavarhúzót?
3. Nézz utána, hogy milyen anyagokból lehet még állandó mágnest készíteni, és melyik hány fokon veszíti el mágneses tulajdonságát!
4. Két teljesen egyforma vasrudat kapsz a kezedbe. Az egyik mágnes, a másik közönséges vasrúd. Hogyan állapíthatod meg, hogy melyik a mágnes, ha semmilyen más tárgyat nem használhatsz fel ennek az eldöntéséhez?



2. AZ ELEKTROMOS ÁRAM MÁGNESES HATÁSA

Ha az iránytűt nagy áramú vezeték közelében akarjuk használni, nem fogja a helyes irányt mutatni! Ezt kísérletileg is könnyű igazolni.

1. kísérlet

Közelítsünk iránytűvel alumínium huzalhoz! Figyeljük meg az iránytű helyzetét! Ezután vezessünk áramot a vezetékbe! Mi történik?

Tapasztalat: Az alumíniumot a mágnes nem vonzza, ezért a vezeték nem fejt ki hatást az iránytűre. Ha azonban áramot vezetünk rajta keresztül, akkor az iránytűt kitéríti eredeti helyzetéből.



Az iránytű kimozdulását egy másik mágneses mező idézhette csak elő. A kísérlet tanúsága szerint az **áramjárta vezetéknek is van mágneses mezője**. Ez lehetőséget ad, hogy elektromos áram segítségével mágnest készítsünk.

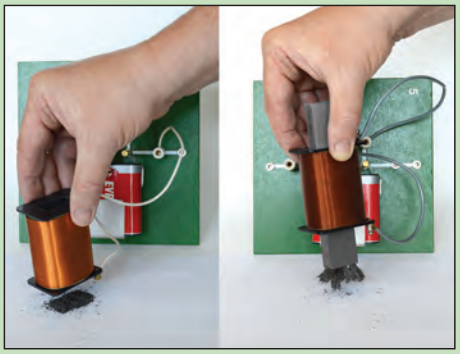
2. kísérlet

1. Közelítsünk egy áramjárta tekerccsel a vasreszelékhez! Figyeljük meg, mi történik!

Tapasztalat: A tekercs nem vonzza magához a vasreszeléket.

2. Majd helyezzünk a tekercsbe egy vasrudat, és így vezessünk áramot a tekercsbe, majd kapcsoljuk ki! Mit tapasztalunk?

Tapasztalat: A tekercs most magához vonzza a vasreszeléket, de az áram kikapcsolásakor ez a vonzó hatás megszűnik.



A vasrudat szokás vasmagnak nevezni, ami azért erősíti a mágnes hatását, mert a benne levő parányi mágnesek itt is rendeződnek, és az egész vasmag mágnessé válik!

Egy lágyvasmaggal ellátott tekercset elektromágnesnek nevezzük.

Mitől függ az elektromágnes erőssége?

3. kísérlet

1. Közelítsünk elektromágnessel a vasreszelékhez, de most az előző kísérletnél nagyobb áramot vezessünk a tekercsbe. Mit tapasztalunk?

Tapasztalat: A tekercs most több vasreszeléket vonzott magához.

2. Közelítsünk az előző kísérletnél nagyobb menetszámú elektromágnessel a vasreszelékhez! Figyeljük meg, hogyan változott az elektromágnes erőssége!

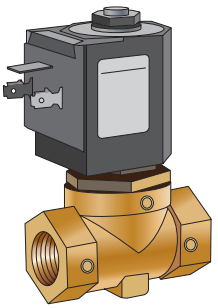
Tapasztalat: Az elektromágnes erőssége tovább növelhető a menetszám növelésével.

Megállapíthatjuk, hogy az elektromágnes erőssége függ:
1. a tekercsben folyó áram erősségétől,
2. a tekercs menetszámától.

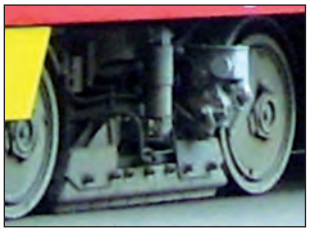
Az elektromágnes szerepe a mindennapi életünkben

Számos olyan berendezés vesz körül bennünket, amelyek elektromágnest tartalmaznak. Ezek működésében az a közös, hogy az elektromágnes áramának be-, illetve kikapcsolásával a mágneses hatás is azonnal érvényesül, illetve megszűnik.

– Mágnesszelepet használnak az öntözőrendszerek vezérlésénél, fűtésszabályozásnál, egyes autók fékrendszerében. Többnyire ott, ahol a **folyadék vagy gáz áthaladását elektronikusan kell vezérelni**.
– A **teheremelő mágnest** vasanyagok és mágnesezhető anyagok felemelésére, szállítására használnak.
– **Sínfék** biztosítja a gyors fékezést a vonatoknál, villamosoknál.
– A kenyérpirítóban a melegítés alatt egy elektromágnes tart bekapcsolt állapotban egy érintkezőt. A sütési idő leteltével az elektromágnes elengedi az érintkező, ami megszakítja a fűtőáramkört.
– A **maglev vonatoknak**, amelyeknek nincs kereke, nincs súrlódása sem! A vonaton és a pályatesten is erős mágnesek vannak, amelyek kölcsönösen taszítják egymást, és így lebegtetik a járművet. Jelenleg 500 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ csúcssebességet ért el Japánban ez a vonat.
– Az **automata biztosíték** elektromágnese a megengedettnél nagyobb áramerősség érzékelésekor az áramkört megszakítja.
– A hagyományos **elektromos csengőben** is egy elektromágnes rántja a haranghoz a kalapácsot.

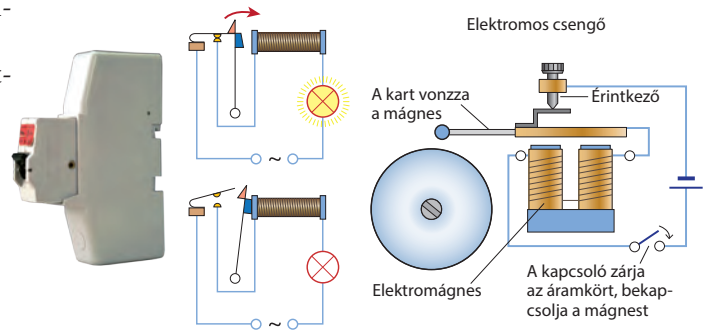












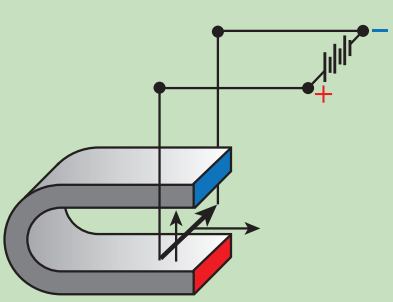
Villanymotor

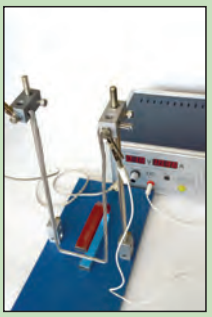
Eddig arra láttunk példákat, hogy az elektromos vezetők körül mágneses mező alakul ki. Helyezzünk most mágneses mezőbe olyan vezetőt, amelyben áram folyik! Mivel ennek a vezetőnek is van mágneses tere, ugyanazt tapasztaljuk, mintha két mágnest helyeznénk egymás közelébe, tehát a vezetőre – a rajta átfolyó áram irányától függően – vonzó, illetve taszító erő hathat. Erre láthatunk most kísérletet!

6. kísérlet

Patkómágnes pólusai közé helyezzünk alumínium-vezetőt úgy, hogy el tudjon mozdulni! Vezessünk áramot a vezetőn keresztül, majd változtassuk meg az áram irányát!

Tapasztalat: Ha áramot vezetünk rajta keresztül, a vezető el fog mozdulni. Az elmozdulás iránya az áram irányától függ.





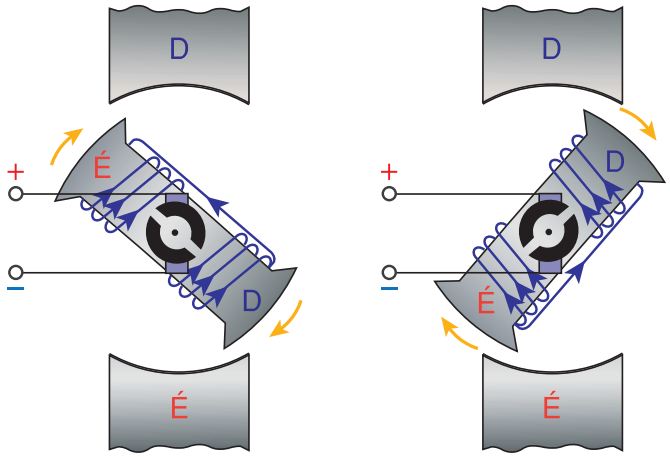
Jó, ha tudod

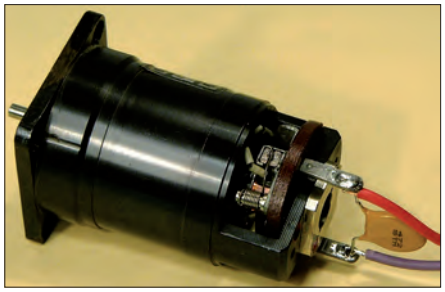


Jedlik Ányos (1800–1895) győri bencés matematika és fizika szakos tanár. 1829-ben készítette el a villanymotor ősét, a „villanydelejes forgonyát". *Jedlik* Ányos a magyar tudomány kimagasló egyénisége. Nevéhez fűződik többek között az első elektromotor megalkotása, az öngerjesztés elve, a dinamóelv első leírása. Fénytanban és hőtanban is kimagasló eredményeket ért el.

Ha a mágneses mezőbe tengellyel rögzített vasmagos tekercset helyezünk, és a tekercsbe áramot vezetünk, akkor a tekercs el fog fordulni. A jelenség felhasználásával egyenáramú villanymotort lehet készíteni.

Az ábra szerinti helyzetben a forgó- és az állórész pólusai különbözők, így vonzzák egymást, ezért a forgórész elindul.
Amikor a forgórész és az állórész pólusai egymással szembe kerülnek, a forgórész a tehetetlensége miatt továbbfordul ugyan, de a vonzó hatás innentől kezdve fékezi a mozgást.
A forgórész ezen helyzetében tehát az áram irányát meg kell fordítani, különben a tekercs nem fog továbbfordulni. Ez a középen található félgyűrűk (kommutátor) és a hozzájuk érintkező szénkefék segítségével valósítható meg. Így az álló- és a forgórész pólusai azonossá válva taszítják egymást, a tekercs továbbfordul, és a forgás folyamatos lesz. Az állórész mágneses terét tekerccsel is létrehozhatjuk.





Összefoglalás

A vezetőben folyó elektromos áram maga körül mágneses mezőt hoz létre.
Egy lágyvasmaggal ellátott tekercset elektromágnesnek nevezzük.
Az elektromágnes erőssége függ a tekercsben folyó áram erősségétől és a tekercs menetszámától.
Az elektromágnes gyakorlati alkalmazása: teheremelő mágnes, sínfék, automata biztosíték, elektromos csengő, kapcsoló.
Mágneses tér és elektromágnes segítségével folytonos forgómozgás állítható elő, ezen az elven működik a villanymotor.

Kérdések, feladatok

1. Mi a szerepe a vasmagnak az elektromágnes működésében? Miért lágyvasat használnak erre a célra acél helyett?
2. Járj utána, hogy a mindennapi életben hol alkalmaznak még elektromágnest!
3. Hol használnak a gépkocsikban egyenáramú villanymotort? Mekkora feszültséggel működnek ezek?

3. MOZGÁSI INDUKCIÓ, VÁLTAKOZÓ FESZÜLTSÉG LÉTREHOZÁSA

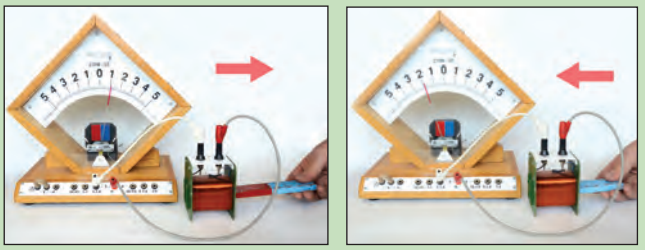
Az előzőekben láttuk, hogy az elektromos áramnak mágneses hatása van, vagyis egy áramjárta vezetőt mágneses mező vesz körül. Vizsgáljuk meg a fordítottját! Vajon mágnes segítségével létre tudunk hozni elektromos teret?

Mozgási indukció

1. kísérlet

Tekercsre kapcsoljunk középállású feszültségmérő műszert, és mozgassunk egy mágnesrudat a tekercs belsejében be és ki, felváltva. Nézzük meg, hogy mit mutat a műszer!

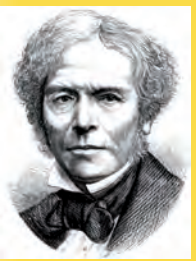
Tapasztalat: A műszer hol az egyik, hol a másik irányba tér ki. Ha nem a mágnest mozgatjuk a tekercsben, hanem a tekercset a mágnes közelében, ugyanezt tapasztaljuk.



A műszer kitérése arra utal, hogy a mágnes mozgatása feszültséget hozott létre, idegen szóval indukált (indukál – latin szó, jelentése: előidéz, kelt).

Ha egy tekercset mágneses mezőben mozgatunk, akkor a két kivezetése között feszültség indukálódik. Egy zárt áramkör esetén az indukált feszültség indukált áramot hoz létre. A jelenséget elektromágneses indukciónak nevezzük. Megkülönböztetésül a később sorra kerülő indukció jelenséggel, ezt mozgási indukciónak nevezzük. Az elnevezés magyarázata, hogy a mágneses tér és a tekercs egymáshoz képest mozog.

Jó, ha tudod



Michael *Faraday* (ejtsd: feredé, 1791–1867) angol fizikus és kémikus. 1831-ben határozta meg az elektromágneses indukció törvényeit. Néhány tudománytörténész úgy emlegeti őt, mint a természettudomány-történet legnagyobb kísérletezőjét. Ő vezette be az anód, katód, elektród és ion kifejezések használatát.

Mitől függ az indukált feszültség nagysága?

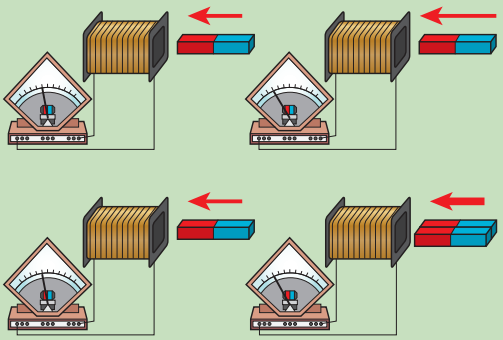
2. kísérlet

Végezzük el az előző kísérletet most a következőképpen:

1. nagyobb menetszámú tekercsekben mozgatjuk a mágnest,
2. nagyobb sebességgel mozgatjuk a mágnest,
3. végül fogjunk össze két mágnest úgy, hogy az azonos pólusai azonos irányba álljanak, és így mozgassuk a tekercsben!

Figyeljük meg a műszeren, hogyan változik a mutató kitérése az egyes esetekben!

Tapasztalat: Mind a három esetben azt tapasztaltuk, hogy a mutató nagyobb mértékben tért ki mind a két irányba.



Az indukált feszültség nagysága függ:
– a tekercs menetszámától,
– a mozgás sebességétől,
– a mágnes erősségétől.

A Lenz-szabály

3. kísérlet



Mozgassuk most a mágnest egy tű hegyén könnyen elforduló, kettős alumíniumkarika mind a két gyűrűjében egymás után. Az egyik karika azonban ne legyen folytonos, vagyis zárt, míg a másik teljes gyűrűt alkosson! Figyeljük meg, mi történik!

Tapasztalat: Ha a zárt karikába befelé mozgatjuk a mágnest, akkor a karika is elmozdul a mozgás irányába. A mágnes betoláskor taszítja a karikát. A nem teljes gyűrűt alkotó karikában, akármelyik irányba mozgatjuk a mágnest, a karika nem mozdul el egyik irányba sem! Vajon miért?

Jó, ha tudod

A jelenség magyarázata a következő: a mágnes betolásakor a teljesen zárt karikában áram indukálódik. Az indukált áramnak is van mágneses mezője, mégpedig olyan, amelyik a betolt mágnest taszítja, mintegy gátolva a befelé mozgást. Kihúzáskor ez a kölcsönhatás vonzó lesz, mintha vissza akarná tartani a gyűrűből kifelé mozgó mágnest.

Az indukált áram iránya olyan, hogy a mágnes mozgását akadályozni igyekszik. Ezt mondja ki a Lenz-szabály.

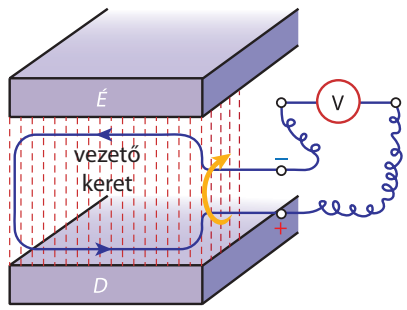
Ezt a fékező, akadályozó hatást a mágnes mozgatásakor le kell győzni, vagyis folyamatosan munkát kell végezni.

Ez azt jelenti, hogy az elektromos áram előállításához munkát kell végeznünk!

Váltakozó feszültség előállítása, a generátor

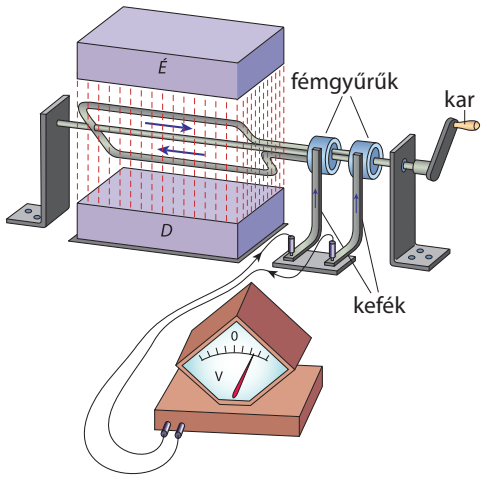
A mozgási indukció lényege, hogy a tekercs és a mágnes mozogjon egymáshoz képest.

A feszültség előállítása tehát úgy is lehetséges, ha egy álló mágnes pólusai között az ábrán látható módon egy vezető keretet forgatunk. Ha középállású feszültségmérő-műszert használunk, akkor az most is hol az egyik, hol a másik irányba fog kitérni és természetesen közben lesz olyan pillanat is, amikor nulla feszültséget mutat.



Az ábrán látható esetben a keret síkja párhuzamos a mágneses mező erővonalaival, ekkor a műszer kitérése maximális. Ha ehhez képest a keret 180 fokkal elfordul, a műszer kitérése ugyancsak maximális, de ellentétes irányú lesz. Az indukált feszültség értéke azokban a pillanatokban nulla, amikor a keret síkja az erővonalakra merőleges.

Mágneses mezőben mozgó vezetőben csak akkor indukálódik feszültség, ha a vezető mozgása során keresztezi a mágneses erővonalakat. Az így előállított feszültség időben változik, ezért váltakozó feszültségnek nevezzük.

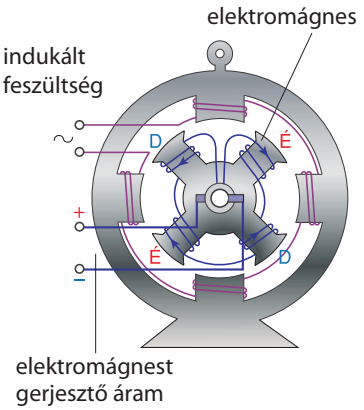


Mivel a forgás következtében a kijövő vezetékek összetekeredének, a feszültséget fémgyűrűk segítségével szedjük le. A gyűrűk a gép tengelyére rögzítve, de egymástól elszigetelve forognak. A gyűrűk külső felületéhez szénből vagy puha fémszövetből készült, ún. leszedőkefék nyomódnak. A tengely forgása közben a kefék – a gyűrűkkel súrlódva – folyamatosan biztosítják az elektromos kontaktust. A kefékhez kötjük a külső vezetéket. Az így előállított eszközt generátornak nevezzük. **A generátor váltakozó feszültséget szolgáltat.**

Az elektromágneses indukció elvén működő, váltakozó áramot létrehozó berendezést generátornak nevezzük.

Gyakorlati célokra elegendő feszültség csak akkor indukálódik az álló tekercsben, ha a mágneses mezőt az általunk forgatott és árammal gerjesztett tekerccsel állítjuk elő.

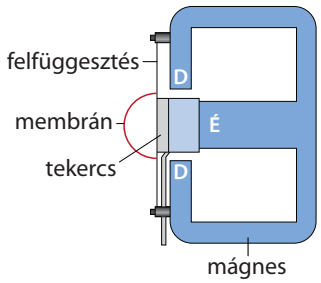
A jobb oldali képen egy nagy teljesítményű generátor felépítését láthatjuk.

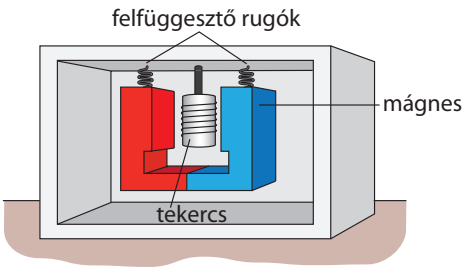


Indukció alkalmazása a gyakorlatban

– **Mikrofon:** amikor a hanghullámok megrezegtetik a membránt, az a tekerccsel együtt egy mágneses térben mozog, aminek hatására feszültség indukálódik.
– **Bankkártya:** a bankkártyákon a csip mellett egy mágnescsík is található. Ennek leolvasásakor a mágnescsík végighalad a leolvasófej előtt. A fejben lévő tekercsben indukálódó elektromos jeleket ez a mágnescsík határozza meg.
– **Szeizmográf:** a földrengések észlelésére szolgáló eszközben a tekercs a földkéreggel együtt mozog. A nyugalomban lévő állandó mágneshez képest elmozduló tekercs indukál elektromos jeleket.







Összefoglalás

Ha egy tekercset mágneses mezőben mozgatunk, akkor a kivezetései között feszültség indukálódik. Egy zárt áramkör esetén az indukált feszültség indukált áramot hoz létre. A jelenséget elektromágneses indukciónak nevezzük.
Az indukált feszültség nagysága függ:
– a tekercs menetszámától,
– a mozgás sebességétől,
– a mágneses mező erősségétől.
Lenz törvénye: Az indukált áram iránya mindig olyan, hogy a mágnes mozgását akadályozni igyekszik.
Váltakozó feszültséget generátorral állítunk elő, amely az indukció elvén működik.
Az elektromos áram előállításához munkát kell végeznünk!
A generátor forgórésze egy sokmenetű, vasmagos elektromágnes, állórészében indukálódik a feszültség.

Kérdések, feladatok

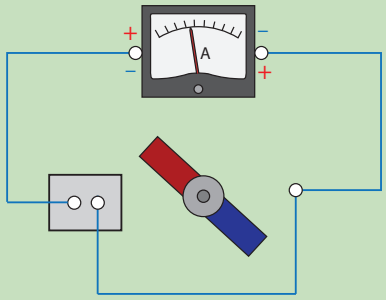
1. Egyetlen mágnesrúddal miért lehet nagyobb indukált feszültséget létrehozni egy 600 menetes tekercsben, mint egy 1200 menetes tekercsben?
2. Miért nem vasból készítik a Lenz-törvény bemutatására szolgáló kettős karikát?
3. Michael *Faraday* élete sokak számára példa lehet ma is. Nézz utána, miben mutathat példát számodra!

4. VÁLTAKOZÓ FESZÜLTSÉG, VÁLTAKOZÓ ÁRAM

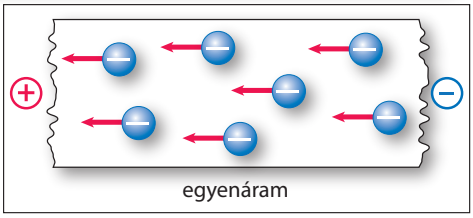
Az előző órai kísérletekben tapasztaltuk, hogy az indukció során a feszültségmérő-műszerünk mutatója nem állt meg egy bizonyos értéknél, ahol leolvashattuk volna, hanem ide-oda mozgott két szélsőérték között. Folyamatosan változó feszültségértéket mutatott.
Vizsgáljuk meg az elektromágneses indukció útján előállított feszültség és áramerősség tulajdonságait!

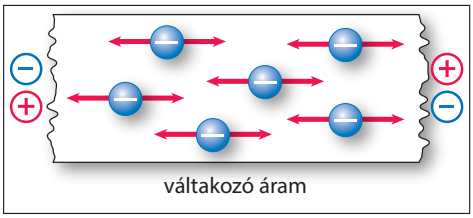
1. kísérlet

Állítsunk össze egy olyan áramkört, amelyben a mágnes egy tekercs előtt foroghat. Forgassuk egyenletesen a mágnesrudat a tengelye körül, és figyeljük meg, mit mutat az ampermérőnk!
Tapasztalat: Látható, hogy most is kitért a mutató, noha nem a tekercsben mozgattuk a mágnest. Az áram erőssége ilyen elrendezésben is folyamatosan változott, a mutató két szélsőérték között ide-oda mozgott. A mutató kitérésének az iránya akkor változott meg, amikor a mágnesrúd valamelyik pólusa elhaladt a tekercs vége előtt.



Az olyan áramot, amelynek erőssége és iránya is periodikusan változik, váltakozó áramnak nevezzük.
(A periodikus latin szó, jelentése: szabályosan, szakaszonként ismétlődő.)
Ha egy vezetőben a töltések tartósan azonos irányba mozognak, akkor egyenáramot kapunk. A galvánelemek, akkumulátorok egyenáramot biztosító áramforrások.
Ha az elektromos vezetőben a töltések előre-hátra mozognak, és közben ugyanannyi töltés halad át a vezető keresztmetszetén az ide-oda mozgás során, váltakozó áram keletkezik. A generátorok váltakozó áramot előállító áramforrások.





Az erőművekben a generátorok forgórészét különböző energiahordozókból nyert energia segítségével forgatják meg. A generátor a felhasznált energia ellenében elektromos energiát szolgáltat.
Az atomerőművekben a maghasadásból származó hővel előállított vízgőz forgatja a turbinát, és ez hajtja a generátor forgórészét.
Vízerőművekben a víz, szélerőművekben a szél közvetlenül forgatja a turbinát.
Tehát az erőművekben a tüzelőanyagok kémiai energiája, az atomenergia, a víz és a szél mechanikai energiája alakul át elektromos energiává.

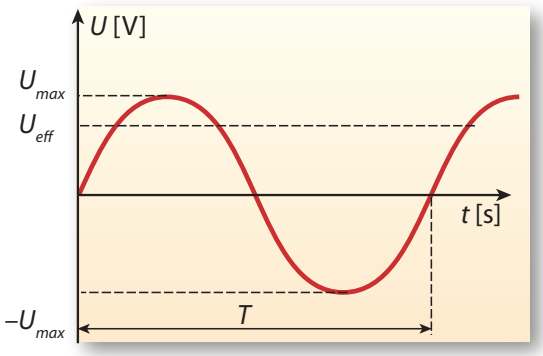
Periódusidő, frekvencia

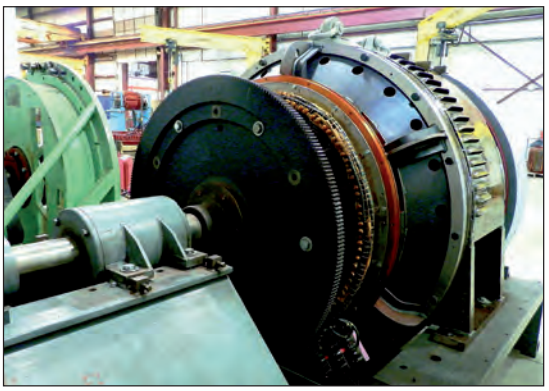
A váltakozó áramú generátor forgórésze periodikus mozgást végez. Nálunk Magyarországon a világ sok országához hasonlóan a hálózati feszültséget előállító generátor forgórészének fordulatszáma, vagyis 1 teljes fordulat megtételéhez szükséges idő $f = 50\ \frac{1}{\text{s}}$, ami azt jelenti, hogy másodpercenként 50 teljes fordulatot tesz meg.

Ebből következik a periódusideje, vagyis 1 teljes fordulathoz $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}\ \text{s} = 0{,}02$ másodperc.

A váltakozó feszültségnek a periódusideje $T = 0{,}02$ s.

A forgórész fordulatszámát a váltakozó feszültség frekvenciájának nevezzük, ennek értéke tehát $f = 50\ \frac{1}{\text{s}} = 50$ Hz (hertz).





A grafikon a váltakozó feszültség értékének alakulását mutatja az idő függvényében.
A feszültség értékének a nagysága és az iránya is folyamatosan változik.
Maximális feszültség: Nálunk a háztartásokban használt hálózati feszültség legnagyobb értéke közelítőleg 325 V, a legkisebb pedig –325 V.

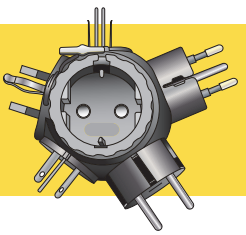
Jó, ha tudod

Effektív feszültség: Miért mondjuk akkor, hogy mi 230 V-os feszültséget használunk? **Ez az elektromos áram hőhatásán alapuló átlagérték.** Ha ekkora egyenfeszültséggel helyettesítenénk a hálózati váltakozó feszültséget, akkor a melegítő eszközeinken ugyanannyi idő alatt ugyanannyi hő termelődne, mint váltakozó feszültség esetén. Ezt a feszültséget a váltakozó feszültség effektív értékének nevezzük. Ez kb. **0,71-szorosa a maximális értéknek.**
Ha váltakozó feszültségre fogyasztót kapcsolunk, akkor váltakozó áram alakul ki. Ennek a frekvenciája is 50 Hz és szintén az effektív áramerősséggel jellemezük. Ohm törvénye értelmében:

$$R = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{U_{max}}{I_{max}}$$

Érdekesség

Néhány országban nem 230 V a hálózati áramforrás feszültsége. Japánban 100 V, Kanadában 120 V. A konnektorok sem mindenhol olyan méretezésűek, mint nálunk. Így aki ezekbe az országokba utazik, jobb, ha visz magával univerzális konnektorátalakítót.



A váltakozó feszültség mérése

Ha az 50 Hz-es váltakozó feszültséget egy középállású egyenfeszültség mérésére alkalmas iskolai műszerrel kívánnánk megmérni, a mutatónak 1 mp alatt 50-szer kellene az egyik szélső helyzetből a másikig kilengenie, és visszatérnie oda. Ez a szerkezet tehetetlensége miatt nem lehetséges. Ezért olyan műszert használunk, amelyik mindig ugyanabba az irányba tér ki, és az **effektív értéket mutatja.**
A kereskedelemben ma már digitális kijelzésű műszereket lehet kapni, amelyeken egy kapcsolóval választhatjuk ki, hogy egyenáramot, egyenfeszültséget, vagy váltakozó áramot és váltakozó feszültséget akarunk-e mérni.



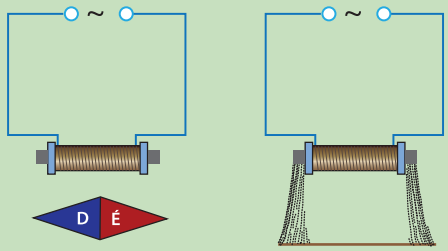


A váltakozó áram hatásai

Otthonunkban számtalan olyan berendezés, a munkánkat segítő eszköz található, amellyel az áram valamilyen hatását használjuk ki. A hiányukat akkor érezzük csak igazán, amikor valami ok miatt szünetel az áramszolgáltatás.

2. kísérlet

Közelítsünk váltakozó árammal működő elektromágnest iránytűhöz, majd vasreszelékhez!
Mit tapasztalunk?
Tapasztalat: Az iránytű nem tudja a mágneses pólusok gyors változását követni, de a vasreszeléket az É-i és a D-i pólus is vonzza, tehát a gyakori változás ellenére is magához rántja az elektromágnes.



A váltakozó áramnak úgy, mint az egyenáramnak, van mágneses hatása.
A váltakozó áram mágneses hatását hasznosítjuk azokban az eszközökben, ahol a pólusok változásának nincs jelentősége.

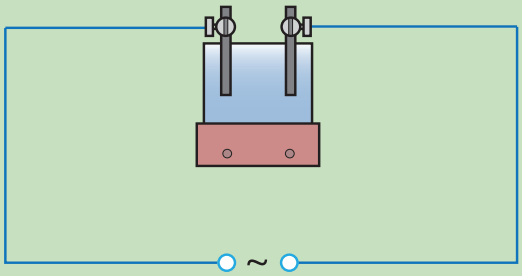
Az váltakozó áramnak úgy, mint az egyenáramnak, van hőhatása.
A következő eszközök a váltakozó áram hőhatását hasznosítják.






3. kísérlet

Ismételjük meg az egyenáram vegyi hatását kimutató kísérletet váltakozó árammal! Tegyünk rézszulfát oldatba két szénrudat, és kapcsoljunk rá törpefeszültséget! Figyeljük meg, vajon látjuk-e kiválni a rezet a katódon?
Tapasztalat: Az elektrolitokon áthaladó váltakozó áram hatására nem történik anyagkiválás az elektródokon.
A szénrúd pólusai folyamatosan felcserélődnek, ezért a réz egyik póluson sem tud kiválni. Ezért nem lehet váltakozó árammal akkumulátort tölteni.



A váltakozó áram vegyi hatása általában nem hasznosítható.

A ma használatos világítótestek az áram **fény**hatása alapján működnek.



Jó, ha tudod

A hagyományos izzók olyan világítótestek, amik mellesleg, sajnos sok hőt is termelnek. Annyira felforrósodnak, hogy ha huzamosabb működés után megfogod, akkor nagyon megégeted vele a kezed. Az energiatakarékos izzók a kibocsátott fény mellett sokkal kevesebb hőt termelnek.

Figyeld meg!

A táblázat a váltakozó áram élettani hatását mutatja. Hasonlítsd össze a tankönyv 28. oldalán található táblázat alapján az egyenáram élettani hatásaival!

A váltakozó áramnak súlyosabb élettani hatása van, mint az egyenáramnak. Különösen veszélyes az 50 Hz körüli frekvenciájú hálózati áram, mert ez képes a szívritmus szabályozását végző, ún. szinuszcsomót megzavarni, emiatt könnyen megállhat a normális szívműködés. A 0,1 A erősségű váltakozó áram, ha néhány másodpercnél tovább tart, a szívizom remegését váltja ki; ez gyors segítség nélkül halálos lehet.

Váltakozó áram (50 Hz) Áramerősség (mA)	Hatása az emberre
1–1,5	gyenge rázásérzet (érzetküszöb)
1,5	veszélyesség kezdete (fájdalmas izomgörcs)
2,5	légzőizmok görcse, erős fájdalom
80	kamrafibrilláció, halálveszély
100	szívbénulás, klinikai halál

Jó, ha tudod

Elektromos kéziszerszámokon, háztartási gépeken látható ez a jel, amely azt jelenti, hogy kettős szigeteléssel vagy megerősített szigeteléssel ellátott a készülék annak érdekében, hogy a burkolat meghibásodása esetén se lépjen fel áramütés.



Érdekesség

Egyenfeszültség előállítása.
A háztartásokban sok olyan eszköz van, amely nem 230 V-os 50 Hz-es váltakozó feszültséggel működik, hanem jóval kisebb egyenfeszültséggel. Ilyen a mobiltelefon-töltő, vagy a gyerekek által használt vasútmodell is. Az ehhez szükséges feszültséget a hálózati feszültség csökkentésével és egyenirányításával állítják elő. Az egyenirányításnak az a lényege, hogy azokon a szakaszokon, ahol a feszültség értéke negatív, ott meg kell változtatni az irányát, a feszültség nagyságának az ingadozását pedig ki kell egyenlíteni!





Összefoglalás

Az olyan áramot, amelynek erőssége és iránya is periodikusan változik, váltakozó áramnak nevezzük.

A váltakozó feszültség frekvenciájának értéke $f = 50 \frac{1}{s} = 50$ Hz.

A váltakozó áram hatásai:
– mágneses hatás,
– hőhatás,
– fényhatása,
– vegyi hatása általában nem hasznosítható,
– súlyosabb élettani hatása van, mint az egyenáramnak.

Kérdések, feladatok

1. A váltakozó áram miatt miért nem látjuk az izzólámpa fényerejét ingadozónak?
2. Mit mér a váltakozó áramú műszer?
3. Mi történne, ha váltakozó feszültségre egy középállású, egyenfeszültségű mérőműszert kapcsolnánk?
4. Kösd össze vonallal az áramfajták nevét a nekik megfelelő munkákkal, eljárásokkal!

Egyen- és váltakozó árammal:	elektromos fűtés
	galvanizálás
	vasalás
Csak egyenárammal:	világítás
	vízbontás






5. Nézz utána, hogy hol használnak 60 Hz-es váltakozó feszültséget!
6. Fejtörő: Egy szoba külső falán három kapcsoló található, amelyik a szobában három különböző lámpát kapcsol.
   Belépés előtt szabadon nyomogathatjuk a kapcsolókat, de ha beléptünk a szobába, már nem nyúlhatunk hozzájuk.
   Hogyan állapíthatjuk meg, hogy melyik kapcsoló melyik lámpát gyújtja?

5. NYUGALMI INDUKCIÓ, TRANSZFORMÁTOR

A hétköznapi életben a hálózati 230 V váltakozó feszültség értékénél néhány készülék esetében kisebbre, más készüléknél nagyobbra van szükség. Ha ezt nem vennénk figyelembe, és nem a megfelelő feszültségértékről üzemeltetnénk az elektromos eszközeinket, hamar tönkremennének. A gyártók a készülékek védelme érdekében a feszültségátalakítókat többnyire beépítik a termékbe.
Hogyan működnek a feszültségátalakítók?



Nyugalmi indukció

1. kísérlet

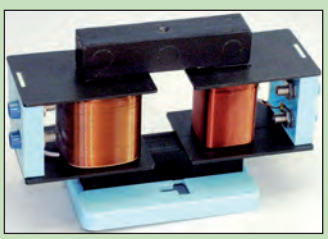
Tekercsre kapcsoljunk érzékeny középállású ampermérőműszert, és helyezzünk el vele szembe egy elektromágnest. Vizsgáljuk meg, hogy az elektromágnes ki-, illetve bekapcsolásakor mit jelez a műszer.
Megfigyelés: Ha az elektromágnes folyamatosan bekapcsolt állapotban van, a műszer nem jelez áramot. Ha viszont az elektromágnes áramát megszakítjuk, vagy bekapcsoljuk, akkor a műszer hol az egyik, hol a másik irányba tér ki.



A kísérlet szerint tehát feszültség indukálódik a tekercsben, de mivel itt semmiféle mozgás nem történik, nyugalmi indukcióról beszélünk.
Mi a közös a kétféle indukciós jelenségben?
A mozgási és a nyugalmi indukció során a tekercsben változik a mágneses mező nagysága, mozgási indukció esetén ezt egy mágnes mozgatásával, nyugalmi indukció esetén pedig az elektromágnes ki- illetve bekapcsolásával érjük el. Az elektromágneses indukció törvénye tehát a következőképpen fogalmazható meg:
Ha egy tekercset változó mágneses mezőbe helyezünk, akkor a tekercsben feszültség indukálódik.
Ha az elektromágnesre váltakozó feszültséget kapcsolunk, a tekercsben folyamatosan változó erősségű mágneses mező alakul ki, ezért a tekercsre kapcsolt váltakozó áramú feszültségmérő műszer folyamatosan feszültséget jelez!
Ha az elektromágnesre váltakozó feszültséget kapcsolunk, akkor a tekercsben is folyamatosan váltakozó feszültség fog indukálódni.

2. kísérlet

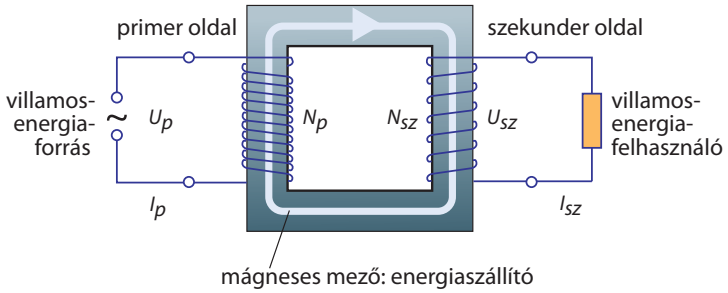
Helyezzünk két különböző, de ismert menetszámú tekercset egy közös, U alakú vasmagra, majd tegyük rá a záróvasat. A zárt vasmag azt a célt szolgálja, hogy az indukáló hatás nagyobb legyen.
Kapcsoljunk 24 V váltakozó feszültséget a nagyobb menetszámú oldalra, és kössünk váltakozó feszültségmérő-műszert a kisebb menetszámú tekercsek végei közé. Olvassuk le az indukált feszültséget!



Ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy a kisebb menetszámú tekercsbe vezetjük a váltakozó feszültséget. Olvassuk le most is az indukált feszültséget!
Tapasztalat: A mért indukált feszültség mind a két esetben eltért az eredeti feszültségértéktől. Az első esetben kisebb lett, a második esetben nagyobb lett 24 V-nál.

Transzformátor

Átalakítottuk a váltakozó feszültség nagyságát egy berendezéssel, amelynek a neve: transzformátor. (A transzformálás latin szó, jelentése: átalakítás.)
A kísérletben a transzformátorunk egyik tekercsére váltakozó feszültséget kapcsoltunk, amitől a tekercsben váltakozó áram folyt, a tekercset változó mágneses mező vette körül. Ez a változó mágneses mező egy közeli másik tekercsben váltakozó feszültséget indukált. Vagyis váltakozó feszültség segítségével egy tekercsben váltakozó feszültséget tudtunk előállítani, ráadásul a kiindulási feszültség értékétől eltérő nagyságút.
A transzformátor indukció elvén működő, feszültség átalakítására szolgáló berendezés.
A transzformátor részeinek elnevezése:
– **primer tekercs, az a tekercs, amelyikbe a váltakozó áramot bevezetjük,**
– **primer menetszám, a primer tekercs meneteinek a száma, jele: N_p,**
– **primer feszültség, a primer tekercsre kapcsolt feszültség értéke, jele: U_p** (primer latin szó, jelentése: első, innen ered a príma, prímás, primadonna szó),
– **szekunder tekercs, az a tekercs, amelyikben a feszültség indukálódik;**
– **szekunder menetszám, a szekunder tekercs meneteinek a száma, jele: N_{sz};**
– **szekunder feszültség, a szekunder tekercsen mért feszültség értéke, jele: U_{sz}** (a szekund latin szó, jelentése: második, innen ered a szekundáns kifejezés).



Milyen összefüggés van a tekercsek menetszáma és a tekercsek kivezetései között mérhető feszültségek között?

3. kísérlet

Végezzük el ismét az előző kísérletet, és foglaljuk táblázatba az adatainkat!
Használjunk 300, 600 és 1200 menetes tekercseket, amelyekre 24 V, illetve 12 V feszültséget kapcsolunk!
Tapasztalat:

Menetszámok			Feszültségek		
N_p	N_{sz}	arány	U_p	U_{sz}	arány
1200	600	2 : 1	24 V	12 V	2 : 1
1200	300	4 : 1	24 V	6 V	4 : 1
300	600	1 : 2	12 V	24 V	1 : 2
300	1200	1 : 4	12 V	48 V	1 : 4

Mérési eredményeinkből arra következtethetünk, hogy a tekercsek menetszámának aránya határozza meg a feszültségek arányát.

A szekunder feszültség annyiszorosa a primer feszültségnek, ahányszorosa a szekunder tekercs menetszáma a primer tekercs menetszámának.
A menetszámok aránya egyenlő a feszültségek arányával!

$$\frac{N_p}{N_{sz}} = \frac{U_p}{U_{sz}}$$

Ha a $N_{sz} > N_p$, akkor a feszültség „feltranszformálódik”.
Ha a $N_{sz} < N_p$, akkor a feszültség „letranszformálódik”.

Jó, ha tudod

A zárt vasmagú transzformátor megalkotói – *Déri* Miksa (1854–1938), *Bláthy* Ottó Titusz (1860–1939) és *Zipernowsky* Károly (1853–1942) – a Ganz-gyár mérnökei voltak. Szabadalmukat 1885-ben mutatták be.





Példa

A lakásokban a csengő 8 V feszültségről működik, ugyanakkor hálózati feszültségre van kötve. A feszültség átalakítását a csengőtranszformátor, vagy más néven csengőreduktor végzi. Mekkora legyen a primer tekercs menetszáma, ha a szekunder tekercs 130-as menetű?

$U_p = 230$ V
$U_{sz} = 8$ V
$N_{sz} = 130$
$N_p = ?$

$$\frac{N_p}{N_{sz}} = \frac{U_p}{U_{sz}} \rightarrow$$

$$\rightarrow N_p = \frac{U_p}{U_{sz}} \cdot N_{sz} = \frac{230\text{ V}}{8\text{ V}} \cdot 130 = 3737{,}5$$

Itt letranszformálás történik. A primer tekercs menetszáma a csengőreduktorban 3737,5.
Megoldhatjuk következtetéssel is!

$$U_p = 230\text{ V} \quad \overset{:\,28{,}75}{\rightarrow} \quad U_{sz} = 8\text{ V}$$

$$N_p = \quad \overset{:\,28{,}75}{\rightarrow} \quad N_{sz} = 130$$

$N_p = 130 \cdot 28{,}75 = 3737{,}5$

Jó, ha tudod

A feszültséget 42 V-ig törpefeszültségnek,
43–250 V-ig kisfeszültségnek,
250 V felett nagyfeszültségnek nevezzük.



A gyakorlatban nagyon sok készülékben alkalmaznak transzformátort.
Letranszformálják a hálózati 230 V feszültséget a rádióban, a számítógépben, az akkumulátortöltőben.
Biztonsági okokból az elektromos játékokban, fodrászati eszközökben, úszómedencék világításánál a törpefeszültség a megengedett.







A játékvonat transzformátorának a szekunder oldalán két kivezetés van. Az egyik váltakozó feszültséget ad, ezzel lehet a váltókat kapcsolni. A másik egyenfeszültséget szolgáltat, ezzel a vonatot lehet előre, illetve hátra mozgatni.





Összefoglalás

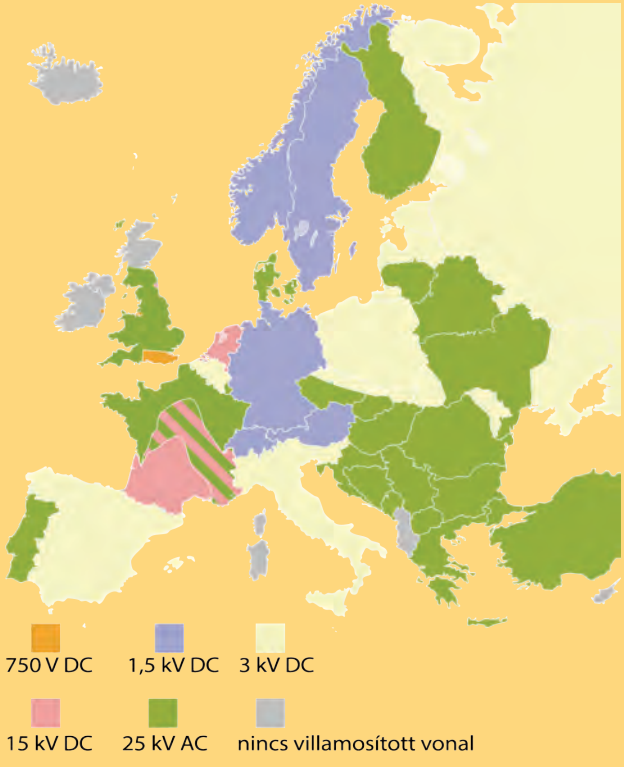
A transzformátor indukció elvén működő, feszültség átalakítására szolgáló berendezés.
A menetszámok aránya egyenlő a feszültségek arányával.

$$\frac{N_p}{N_{sz}} = \frac{U_p}{U_{sz}}$$

Ha a $N_{sz} > N_p$, akkor a feszültség „feltranszformálódik”.
Ha a $N_{sz} < N_p$, akkor a feszültség „letranszformálódik”.
Egyenfeszültséget transzformálni nem lehet.

Kérdések, feladatok

1. A transzformátorban a primer és szekunder tekercsek menetszámainak aránya 1 : 10.
   a) Hogyan változik a szekunder feszültség a primer feszültséghez képest?
   b) Mekkora lesz a szekunder feszültség, ha a primer feszültség értéke 6 V?
   c) Mekkora primer feszültség esetén lesz a szekunder feszültség 500 V?
2. Az autóhoz használt akkumulátortöltő a 230 V hálózati feszültséget 12 V-ra transzformálja és egyenirányítja. Mekkora a primer és szekunder tekercsek aránya a készülékben?
3. Fel lehet-e transzformálni a zsebtelep feszültségét?
4. A különböző vasúttársaságok vagy államok a vasúti közlekedés villamosítását eltérő módon fejlesztették ki. A térképen a főbb rendszereket látod. Járj utána mit jelent az „AC” „DC” jelölés!
   Hazánkban mekkora és milyen feszültségről működnek a villamosvonalak?
   Járj utána, hogy a nemzetközi vonalakon hogyan oldják meg az eltérő feszültség miatt adódó problémát!

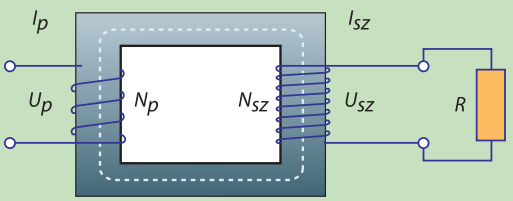


6. AZ ELEKTROMOS ENERGIA SZÁLLÍTÁSA

A transzformátorral a váltakozó feszültséget a kívánt értékre tudjuk növelni vagy csökkenteni. Nézzük meg, hogy a transzformálás hogyan változtatja meg az áramerősséget!

Kísérlet

Kapcsoljunk különböző ellenállású fogyasztókat a transzformátor szekunder oldalára.
Mérjük meg mind a két tekercs kivezetései között a feszültséget és a tekercsen áthaladó áram erősségét.
A mért mennyiségeket foglaljuk táblázatba.
Számoljuk ki a primer és a szekunder oldalon is a teljesítményt!
Tapasztalat: A táblázat a lehetséges adatokat tartalmazza.



Primer tekercs			Szekunder tekercs		
U_p	I_p	P_p	U_{sz}	I_{sz}	P_{sz}
24 V	0,1 A	2,4 W	48 V	0,05 A	2,4 W
24 V	0,05 A	1,2 W	48 V	0,025 A	1,2 W
12 V	0,8 A	9,6 W	24 V	0,4 A	9,6 W
12 V	0,4 A	4,8 W	24 V	0,2 A	4,8 W

Láthatjuk, hogy a transzformátoron átmenő teljesítmény változik, ha különböző ellenállású fogyasztót kapcsolunk a szekunder tekercshez.
Ugyanakkor az is megfigyelhető:
A szekunder oldalon ugyanakkora a teljesítmény, mint a primer oldalon!

$$P_p = P_{sz}$$

Ez teljesen összhangban van az energiamegmaradás törvényével, Energiát nem nyerhetünk transzformátorral sem, tehát a primer oldalon felvett elektromos energia és a szekunder oldalon leadott energia közel azonos.

Jó, ha tudod

A valóságban a transzformátorok működésénél is van veszteség: a bevitt energia egy része a vezetékekben és a vasmagban hővé alakul, a transzformátor melegszik. Ennek ellenére a transzformátorok hatásfoka igen jó, eléri a 98%-ot is.
A táblázatban a veszteséget nem vettük figyelembe.



Látható az is, hogy ahányszor nagyobb a szekunder feszültség a primer feszültségnél, annyiszor kisebb a szekunder áramerősség a primer áramerősségnél.
Ez következik abból, hogy

$$U_p \cdot I_p = U_{sz} \cdot I_{sz}$$

Másképpen fogalmazva: **azonos teljesítmény esetén a feszültség és az áramerősség között fordított arányosság van!**

Érdekesség

A forrasztáshoz magas hőmérséklet kell.
A pillanatforrasztóban egy transzformátor van, melynek szekunder körét a páka hegye zárja rövidre. A nagyon kicsire letranszformált feszültség miatt ebben nagy áram folyik, ami nagy hőt termel.



Példa

A pillanatforrasztót hálózatról működtetjük. A szekunder feszültség 0,3 V. A primer tekercsben 0,25 A erősségű az áram. Mekkora erősségű áram folyik a pillanatforrasztó fűtőszálában? Mekkora a pillanatforrasztó teljesítménye?

$U_p = 230\ \text{V}$
$U_{sz} = 0{,}3\ \text{V}$
$I_p = 0{,}25\ \text{A}$

$I_{sz} = ?$
$P_{sz} = ?$

$$U_p \cdot I_p = U_{sz} \cdot I_{sz} \rightarrow I_{sz} = \frac{U_p \cdot I_p}{U_{sz}} = \frac{230\ \text{V} \cdot 0{,}25\ \text{A}}{0{,}3\ \text{V}} \cong 192\ \text{A}$$

$$P_{sz} = U_{sz} \cdot I_{sz} = 0{,}3\ \text{V} \cdot 192\ \text{A} = 57{,}6\ \text{W}$$

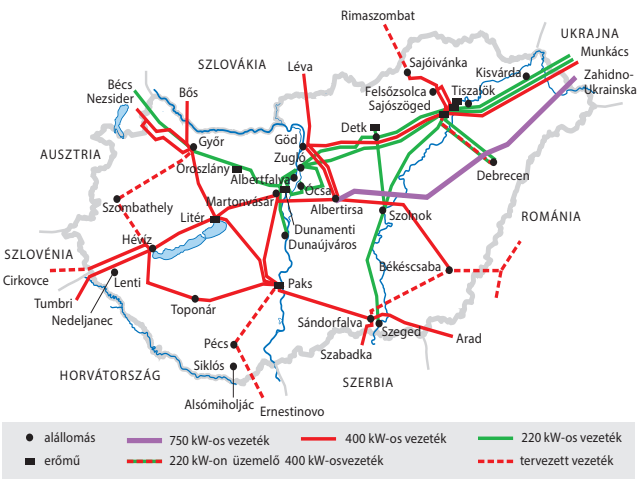
Megoldhatjuk a szekunder áram kiszámolását következtetéssel is.

$U_p = 230\ \text{V}$ $\xrightarrow{:\,766,\,67}$ $U_{sz} = 0{,}3\ \text{V}$

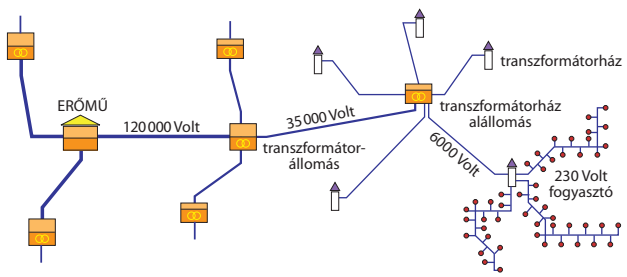
$I_p = 0{,}25\ \text{A}$ $\xrightarrow{\cdot\,766{,}67\ \text{(fordított arány miatt szorzunk!)}}$ $I_{sz} = 0{,}25 \cdot 766{,}67\ \text{A} = 191{,}67\ \text{A} \cong 192\ \text{A}$

Az elektromos hálózat

Az elektromos energiát előállító nagy erőműveket a lakott területtől távolabb, folyók mellé, szénbányák közelébe, gáztározókhoz célszerű építeni. Innen az elektromos energiát igen sokszor nagy távolságra, több száz km-re is el kell szállítani, különösen akkor, ha egyik ország eladja az elektromos energiáját egy másik országnak.
A szállításnál fontos szempont, hogy minél kisebb legyen a hőveszteség. Egy hosszú vezetéknek már nagy az ellenállása, így a hőtermelődés miatt jelentős veszteség keletkezne.
Mérések, számítások igazolják, hogy **az elektromos energia szállítása nagy feszültség és kis áramerősség mellett gazdaságos.**



A gazdaságos szállítás megoldhatatlan lenne transzformátorok nélkül.
Az erőművekben energiaátalakítás zajlik, először feltranszformálják a feszültséget, majd nagyfeszültségű távvezetéken szállítják a településekhez, a felhasználókhoz. Ott azután több lépésben letranszformálják a szükséges értékre.



Jó, ha tudod



Nikola *Tesla* (1856–1943) fizikus tervei alapján építették a Niagara-vízesésnél az első váltakozó áramú erőművet. Itt alkalmaztak először transzformátort és távvezetéket az elektromos energia szállításához.

Vedd komolyan!

Az elektromos árammal nem lehet felelőtlenül, gondatlanul bánni! Most már tudod, milyen óriási feszültségeken szállítják. A transzformátorházak sem véletlenül zártak, még ablak sincs rajtuk. A kisebb transzformátorokat pedig nagyon magasra helyezik. Vedd komolyan a figyelmeztetéseket!
A nagyfeszültségű távvezetéknek a megközelítése is veszélyes!





Összefoglalás

A transzformátor primer és szekunder oldalán – az energiamegmaradás törvényének megfelelően – ugyanakkora a teljesítmény.

$$P_p = P_{sz}$$

$$U_p \cdot I_p = U_{sz} \cdot I_{sz}$$

A primer és szekunder áramerősségek a feszültségekkel fordítottan arányosak.
Az elektromos energia szállítása nagy feszültség és kis áramerősség mellett gazdaságos.
A villamosenergia gazdaságos szállítása a feszültség feltranszformálásával oldható meg.

Kérdések, feladatok

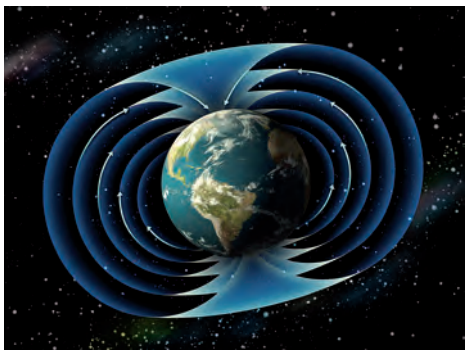


1. Mekkora volt a kísérletünkben használt transzformátor primer és szekunder tekercseinek a menetszámaránya?
2. A hálózati konnektorhoz csatlakoztatható akkumulátortöltő készüléken ez olvasható:
   INPUT: 230 V 50/60 Hz 5 W
   OUTPUT: 2 x 2,8 V 190 mA 0,53 W Értelmezd ezeket az adatokat!
3. Érintsd meg a mobiltöltődet, miközben tölti a telefonodat! Mit tapasztalsz? Magyarázd meg a jelenséget!
4. Egy veszteségmentes transzformátor primer tekercse 1200, szekunder tekercse 300 menetű. A primer kör feszültsége 200 V, áramerőssége 0,5 A. Mekkora a szekunder feszültség és a szekunder áramerősség? Mekkora a transzformátoron átvitt teljesítmény?
5. Nézz utána, hogy az egyes országok közti távvezetékeken mekkora feszültségen szállítják az elektromos energiát!

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Az iránytű is mágnes.

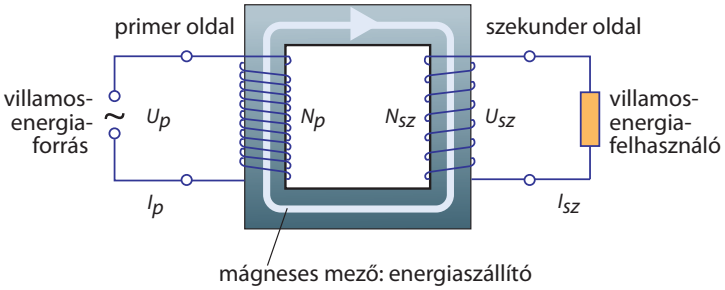




A mágnesek maguk körül mágneses mezőt hoznak létre, melynek az erővonalai vasreszelékkel láthatóvá tehetők.

Az elektromágnes egy vasmagos tekercs.
Ekkor a mágneses mezőt a tekercsben folyó elektromos áram kelti.
A Földnek is van mágneses ereje.

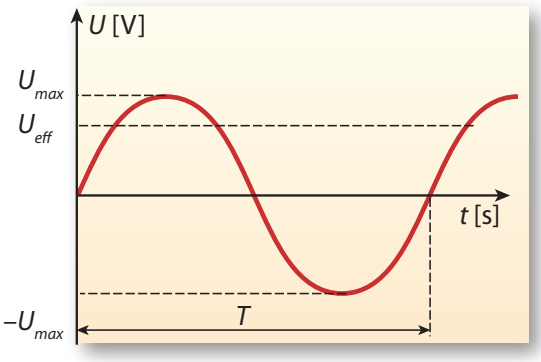
Minden mágnesnek két pólusa van, északi és déli.
Az azonos pólusok taszítják, az ellentétes pólusok vonzzák egymást.
A mágnes vonzza a vasat.



Nyugalmi indukció:
A primer tekercs áramerősségének változása a szekunder tekercsben feszültséget indukál. Ezen az elven működik a transzformátor.

A transzformátor a gazdaságos energiaszállítás nélkülözhetetlen kelléke.

Mozgási indukció:
Mágneses mezőben mozgatott tekercs végein feszültség indukálódik.



A hálózati feszültség frekvenciája 50 Hz, effektív értéke 230 V.



A villanymotor egy mágneses mezőben elhelyezett vasmagos tekercs.
Ha a tekercsben áram folyik, akkor a mágneses mező megforgatja azt.

1. A NAP ÉS A HOLD

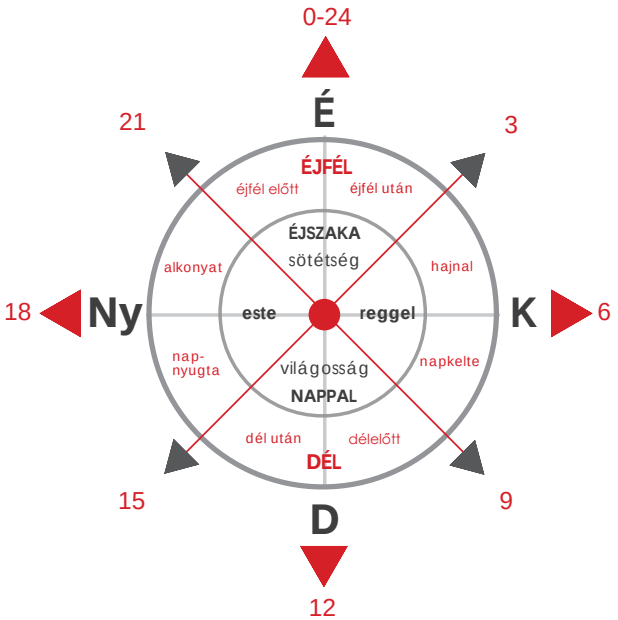


A táborozók egy hosszú túra végén eltévedtek, sajnos nem volt náluk iránytű. A nap már lenyugodott, a felhős látóhatár miatt nem tudták megmondani, merre lehet nyugat. Az egyik fiú kétségbeesve mondta, hogy mindjárt teljesen sötét lesz, és a telihold is csak hajnalban kel fel. Társa megnyugtatta: a telihold egész éjszaka világítani fog. Honnan tudta?

A Nap égi útja

A Föld saját tengelye körüli forgása miatt a Napot az égbolton vándorló égitestnek látjuk. A Föld forgásideje 24 óra, ennyi idő alatt teszi meg a Nap is égi útját. **A Nap égi járása alapján négy fő égtájat lehet kitűzni.**

Reggel, napkeltekor a Nap keleti irányban kel fel.
Délben, amikor a Nap égi pályája legmagasabb pontján van, árnyékunk az északi irányba mutat. Ezzel ellentétes irány a dél.
Este, napnyugtakor a Nap nyugati irányban ereszkedik a látóhatár (horizont) alá. A magyar nyelv az égtájak és a napszakok szoros kapcsolatát szépen mutatja.



A Nap látszó mozgása napról napra kissé változik. A nappalok hossza, valamint a Nap pályájának legmagasabb pontja eltérő. Ez abból adódik, hogy a Föld forgástengelye nem merőleges a Nap körüli keringési pálya síkjára, hanem attól 23°-nál kicsivel nagyobb szögben eltér. A forgástengely ferdesége miatt vannak a Földön évszakok. A Nap égi útjának megfigyelése egy bot árnyékának segítségével a legegyszerűbb.

Nézz utána!

A jobb oldali ábra a napszakok olyan időbeosztását mutatja, amikor napéjegyenlőség van. Mikor van idén napéjegyenlőség? Hogyan módosulna az ábra felosztása nyári napforduló és téli napforduló idején? A nyári napforduló az év azon napját jelöli, amikor a legrövidebb délben az árnyékunk, téli napforduló idején a déli árnyékunk a leghosszabb.



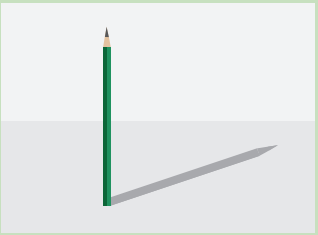
Tudod-e?

A leghíresebb Nap-megfigyelőhely, azaz Nap-obszervatórium az angliai Stonehenge (ejtsd: sztonhendzs) óriáskövekből kirakott építménye, mely Kr. e. 2500 körül épülhetett több ütemben. A napéjegyenlőségek és a napfordulók pontos előrejelzése mellett a nap- és a holdfogyatkozások idejét is meg tudták határozni a segítségével. Még ennél is régebbi Nap-obszervatórium maradványait találták Németországban. A gosecki (ejtsd: gozeki) kör egy facölöpökből és kapukból összeállított Nap-megfigyelőhely volt.



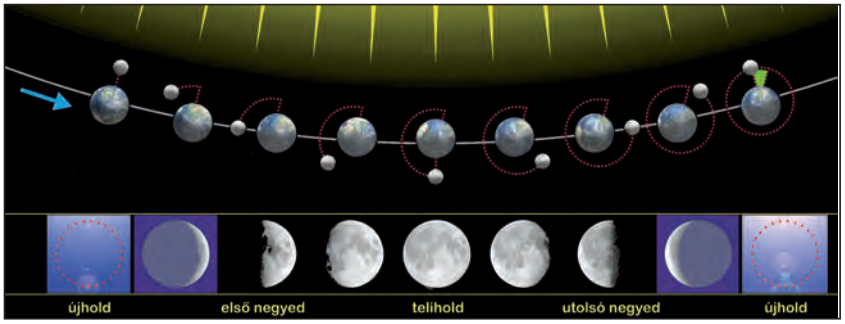
Kísérlet

Modellezzétek a Nap égi útját egy erős fényű elemlámpával! Besötétített teremben rögzítsetek függőlegesen egy ceruzát az asztal közepére. Az asztal körül mozgatva az elemlámpát, állítsatok elő napkelte-, delelés- és napnyugta-helyzeteket!
Figyeljétek meg a ceruza árnyékát!
Tapasztalat: A ceruza árnyéka majdnem félkörben járta be az asztalt. „Napkelte" és „napnyugta" idején elnyúlt, hosszú árnyékot vetett, „deleléskor" volt az árnyék a legrövidebb.



A Hold égi útja

A Hold fázisokat mutat, azaz éjről éjre dagad, illetve fogy. Ez a változás időről időre ismétlődik, körülbelül 29 nap alatt zajlik le egy ciklus. A jelenség oka, hogy a Hold a Föld körül kering, keringési ideje mintegy 27 nap. Keringése alatt a Föld is kering a Nap körül, ezért teliholdtól teliholdig 29 nap (1 holdhónap) telik el. A hónap szavunk (Hold–Nap) is erre az időtartamra utal. Érdekesség, hogy a Hold tengely körüli forgásideje is 27 nap, ezért a Földről nézve mindig ugyanazt az oldalát látjuk.



Tudtad?

Tavaly tanultad, hogy a Hold másodlagos fényforrás. Ezt először Thalész, ókori görög tudós mondta ki Kr. e. 600 körül. A Hold fázisainak, valamint a Hold és a Nap helyzetének megfigyelésével következtetett arra, hogy a Hold a Nap fényét veri vissza.

A holdciklus az újholddal kezdődik. Ekkor a Hold égi útján együtt halad a Nappal, a Nap pályája alatt vagy felett. Mivel a Holdat kissé lassabban látjuk mozogni égi útján, ezért a Nap idővel lehagyja. Napnyugtakor az esti égen a dagadó holdsarló igyekszik a Nap után. **Az első negyed** körülbelül egy hét múlva következik be. Ekkor a Hold már félholdfázist mutat, és akkor kel fel keleten, amikor a Nap delel. Újabb egy hét elteltével elérkezik a **telihold** ideje. A Nap és a Hold az égbolt átellenes pontjába kerülnek. A telihold akkor kel fel, amikor a Nap lenyugszik, és egész éjszaka az égbolton látható. Ezután a Hold elkezd „fogyni", egy hét alatt ér az **utolsó negyed**be, majd újabb egy hét elteltével visszatér az újhold fázisába.

Emlékszel?

Tavaly tanultál a nap- és holdfogyatkozásról. **Napfogyatkozás akkor következik be, amikor a Hold árnyékot vet a Földre.** Az égbolton ekkor a Hold korongja a Napkorong elé kerül. Ez csak újhold idején következhet be. **Holdfogyatkozás idején a Föld vet árnyékot a Holdra.** Holdfogyatkozás csak teliholdkor játszódhat le. A napfogyatkozás időtartama legfeljebb 7,5 perc, a holdfogyatkozásé akár 3,5 óra is lehet.



Árapály



Az árapály jelenségét először *Galilei* kortársa, Johannes *Kepler* értelmezte helyesen. Szerinte a dagály és az apály jelensége a Hold égi útjával kapcsolható össze. Az árapály jelenségét a tömegvonzással tudjuk megmagyarázni. **A tengerek, óceánok vízszintjének periodikus változását a Hold és a Nap vonzó hatása okozza.** A Föld Hold felőli részén és vele átellenben a tengervizek megemelkednek, a kettő közötti részeken kissé apadnak. A Föld forgása és a Hold keringése miatt a megemelkedett vízszint helye a Föld felszínén körbefordul. Ezért egy adott tengerparton egy nap alatt két dagályt és két apályt figyelhetünk meg. A Nap tömegvonzása hasonló, de kisebb mértékű hatást fejt ki a tengerekre, óceánokra. Újhold idején, amikor a Nap, a Hold és a Föld egy vonalban tartózkodik, a két hatás együttese jelentkezik, ilyenkor a legnagyobb magasságú dagály, vagyis szökőár alakul ki.

Naptár

A Nap és a Hold az ókorban hasznos időjelző volt. **A Nap égi útján körbehaladva adta a napokat, delelési magasságának változása határozta meg az évet. A Hold ciklusa alkalmas volt az idő hónapokban való mérésére.** Az első, ókori naptárak vagy a Nap, vagy a Hold ciklusait vették alapul. Az ókori görögök megpróbálták vegyíteni a kétféle naptárat, ez azonban nem sikerülhetett tökéletesen. Ugyanis a napok nem adnak ki egy teljes hónapot, sőt egy évet sem. Egy év 365,2422 napból áll. Az ókori rómaiak Julián-naptára ezért 365 napos évekkel számolt, négyévente egy szökőnappal.

Tudtad?

Mivel nem pontosan egy negyed nappal több az év hossza, ezért az évszázadok során a Julián-naptár mintegy 10 napos lemaradásba került a valós időhöz képest. Például a tavaszi napéjegyenlőség március 21. helyett március 10-ére esett. Ezért *XIII. Gergely pápa* a csillagászok javaslatára bevezette a Gergely-naptárat, mely egyrészt rendelettel behozta a lemaradást, így 1582. október 4-e után október 15-e következett. Másrészt minden századik évben kihagyja a szökőnapot, kivéve minden négyszázadik évet. Habár a Gergely-naptár pontosabb, még ez sem tökéletes. Ezzel a naptárral körülbelül 3000 év elteltével lesz egy nap előnyünk.

Az év 365 napját tizenkét, nem egyforma hosszú hónapra osztják. Régen a tavaszkezdő március volt az első hónap, és a télbúcsúztató február az utolsó. Ezért is rövidebb a február a többi hónapnál, és ezért helyezzük a szökőnapot február hónapra. Az év 365 napját 52 vagy 53 hétre osztják. A hetek egymásutánja nem áll meg az év végén, azaz ha kedden volt szilveszter, akkor az újév napja szerdával folytatódik.

Összefoglalás

A Nap által kijelölt négy égtáj: észak, kelet, dél, nyugat.
A Nap égi mozgása adja a napok és az évek ritmusát.
A Hold fázisai körülbelül 29 napos ciklust mutatnak.
A Nap és a Hold égi mozgásai adják a naptárak alapját.

Kérdések, feladatok

1. Tavaly tanultál a napóráról. A napóra pálcájának árnyéka mutatja a helyi időt. Nézz utána, miért nem pontosak a napórák, és miért nem függőlegesen helyezik el a pálcát!
2. Peti azt látja, hogy az előtte lévő bot árnyéka éppen dél felé mutat. Miben lenne más egy ugyanilyen hosszú botnak az árnyéka ugyanabban a pillanatban, Petitől 100 kilométerre keletre?
3. 2014. március 20-án napfogyatkozás volt. Aznap egy hirdetés két hét elteltével, április 4-ére holdfogyatkozást hirdetett. Lehetséges volt ez?

2. A CSILLAGOK

A derült éjszakai égbolt sok ezer csillag vibráló fényében tündököl. Az ókorban a csillagok egy-egy csoportjában valamilyen alakot, tárgyat, mitikus lényt véltek felfedezni. Csillagfényes estéken a népi mondák és mítoszok megelevenedtek az égbolton.

Állócsillagok

Az éjszakai égbolt megfigyelése nem csak a Hold égi útját és fázisát jelenti. Derült időben az égbolton sok ezer **csillag** ragyog. Ezek az égitestek **önálló fénykibocsátásra képesek, elsődleges fényforrások**. Fényüket a csillag belsejében zajló atomfizikai folyamatok során bocsájtják ki. Tavaly tanultad, hogy a fény egyenes vonalban terjed, azonban a légkörben zajló áramlások miatt a szemünkbe jutó fényt vibrálónak érzékeljük. A magyar nyelvben ezért hívjuk ezeket az égitesteket csillagoknak. A földi fények zavaró hatásától távol, az éjszakai égbolton mintegy 6000 csillag figyelhető meg.

Tudod-e?

Az éjszakai égbolton végighúzódik egy fehéres, derengő sáv, amit az ókorban Tejútnak neveztek. A magyar mondákban is megjelenik, ott Hadak Útjának hívták. Galileo *Galilei* fedezte fel, amikor először figyelte meg távcsővel, hogy a **Tejút voltaképpen számtalan parányi csillag, melyet szabad szemmel összemosódott, fátyolszerű sávnak látunk.**



A Föld tengely körüli forgása miatt a csillagokat hosszabb időn át figyelve azt tapasztaljuk, hogy elmozdulnak az égbolton. Azért hívjuk mégis állócsillagoknak őket, mert egymáshoz képesti helyzetük nem változik. Az égbolton van egy pont, amely körül úgy látszik, a csillagok körben haladnak. Ez a pont a Föld északi sarka fölött található, és északi égi pólusnak, vagy északi égi sarknak nevezzük. **Az északi égi pólus közvetlen közelében látható egy csillag, a Sarkcsillag.** A nevét is innen kapta. A Sarkcsillagot nem látjuk elmozdulni az égbolton, mindig egy helyben marad. A Sarkcsillag felé fordulva mindig északi irányba nézünk, ezért használható derült éjszakákon a tájékozódásra. A déli féltekén élők az égbolton a déli égi pólus körül látják a csillagokat elmozdulni. A déli égi pólus a Föld déli sarka fölött van, és nincs a közelében szabad szemmel látható csillag.

Érdekesség

Ha a földön az északi sarkra utaznánk, a Sarkcsillagot ott a fejünk felett, az égbolt tetején látnánk. A többi csillag e körül, vízszintesen róná a köröket, sosem kerülnének a látóhatár alá. Ha az egyenlítőhöz utaznánk, akkor a Sarkcsillagot éppen a látóhatáron, északi irányban látnánk. A többi csillag e körül mozogna, mindegyik felkelne és lenyugodna a horizonton. Magyarországon a Sarkcsillagot 47° körüli magasságban látjuk északra. Ez azt is jelenti, hogy a Sarkcsillag közelében lévő csillagok – Magyarországról nézve – sosem kelnek fel és nyugodnak le, minden éjszaka láthatók. A Sarkcsillag helyzete a földi megfigyelési hely szélességi kör adatát is megadja. Magyarország közepe a 47° szélességi körön fekszik.



Csillagképek

A Földtől különböző távolságban lévő csillagok az égbolton egymás közelében látszanak. Habár fizikai kapcsolat nincs közöttük, mégis az emberi fantázia összekapcsolja, csillagképekké rendezi őket. Minden népnek megvannak a maga csillagképei, az újkor csillagászai a görög-római kultúrkör elnevezéseit vették át. A Sarkcsillag közelében lévő, egész évben látható csillagképek a legismertebbek. Például a Nagy Medve csillagkép, melynek a hét legfényesebb csillagból álló kompozícióját a magyarok Göncölszekér néven emlegetik (más népek féllábú óriást vagy merőkanalat láttak benne). Ha a Göncölszekér „elején" lévő két csillagot képzeletben összekötjük egy egyenessel, és erre ötször felmérjük a két csillag látszó távolságát, akkor eljutunk a Sarkcsillaghoz.



Az éggömbön összesen 88 csillagkép található. Ebből Magyarországról 5 egész évben, 24 pedig sosem látható, mindig a horizont alatt marad. A tőlünk időszakosan látható csillagképek egyik legismertebbje a **téli égbolton megfigyelhető Orion csillagkép** (lenti fotó)**,** melyet a magyar népnyelv Kaszásnak ismer. A hazánkból nem látható csillagképek legismertebbje a Dél Keresztje (jobb oldali fotó), a délre utazó hajósok tájékozódását segítette, ugyanis négy fényes, keresztet formázó csillaga a déli pólus felé mutat.





Állatövi csillagképek

Vajon a Nap mozog az állócsillagokhoz képest? Vagy az állócsillagok ugyanolyan ütemben járják égi útjukat a Sarkcsillag körül, mint a Nap? Amikor a nap lenyugszik, vele átellenben a horizonton felkel egy csillagkép, amit egész éjszaka látni lehet. Hónapról-hónapra figyelve a felkelő csillagképet, azt vehetjük észre, hogy mindig más csillagkép kel fel. Ez azt jelenti, hogy a **Nap mozog az állócsillagokhoz képest. Az éggömbön körbejár egy év alatt.** Ezalatt 13 csillagképen halad keresztül, amit állatövi csillagképeknek vagy zodiákusnak is neveznek. (A 12 ismert csillagkép mellett érinti a Kígyótartót is.)

Az állatövi csillagképek azért is lehetnek kiemelt jelentőségűek, mert a Napon kívül a Hold és az összes bolygó is rajtuk halad keresztül. Az állatövi csillagképekben történnek a nap- és a holdfogyatkozások is.
Az állatövi csillagképek elnevezése ókori eredetű, Babilóniából származik, a mai perzsa naptár hónapjai megegyeznek a csillagképek neveivel.

Jó, ha tudod

Habár a csillagászatban használt állatövi csillagképek neve és a csillagjósok által használt állatövi jegyek neve megegyezik, de az éggömb nem teljesen ugyanazon tartományát értik alatta. A csillagjóslás (asztrológia) áltudomány, a bolygók elhelyezkedése az állatövi jegyekben nincs befolyással jövőnkre.

A hullócsillagok nem csillagok

A népnyelv hullócsillagnak nevezi azt a rövid ideig tartó fényjelenséget az éjszakai égbolton, amikor egy „csillagszerű” fénylő pont egy fényvonalat húz. Olyan, mintha egy csillag lehullott volna az égből. Ma már tudjuk, hogy **ez nem hullócsillag, hanem az űrben száguldó meteor,** mely belépve a Föld légkörébe felizzik, elég, így ad jelet magáról az égbolton. A meteorrajok sok ezer meteorból állnak, egy-egy éjszakán óránként akár 100 hullócsillagot is megfigyelhetünk. **Ha a meteor nem tud teljesen elégni, akkor maradványa a Földre hullik, és ezt a kőzetet meteoritnak nevezzük.**



Érdekesség

A meteorraj meteorjai párhuzamosan közelednek a Föld felé. Amikor a légkörbe érve útjuk láthatóvá válik, mégsem látjuk a fényvonalakat párhuzamosnak, hasonlóan a vasúti sínekhez, melyek mintha egy pontból indulnának. A meteorrajok vonalai is egy pontból látszódnak kiindulni, és aszerint, hogy melyik csillagképben van ez a pont, nevezik el a meteorrajokat is. A két legismertebb meteorraj a Perseidák (Perzeusz), melyet augusztus 12–13-án figyelhetünk meg, és a Leonidák (Oroszlán), mely november 17-e körül látható.

Összefoglalás

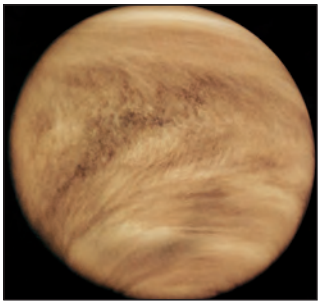
Az égbolton látható elsődleges fényforrású égitestek a csillagok.
Az állócsillagok egymáshoz képest nem mozdulnak el, és a Sarkcsillag körül látszanak körbe haladni.
Az állócsillagokat csillagképekbe rendezzük.
A Nap évi útja során az állatövi csillagképeken halad keresztül.
A hullócsillagok valójában a földi légkörben felizzó meteorok.

Kérdések, feladatok

1. Milyen különbség van a Sarkcsillag szegedi, illetve debreceni megfigyelése között? Mennyire jelentős ez a különbség?
2. Ma már Budapestről nem látni a Tejutat. Szerinted, mi lehet az oka?
3. A Kefeusz, a Kassziopeia és az Andromeda csillagkép nem véletlenül került egymás közelébe. Olvass utána, milyen mondai történetben szerepelnek!
4. A régi magyar mondákban feltűnik a Sánta Kata csillag és a Fiastyúk. Nézz utána, milyen égitestek lehetnek ezek!

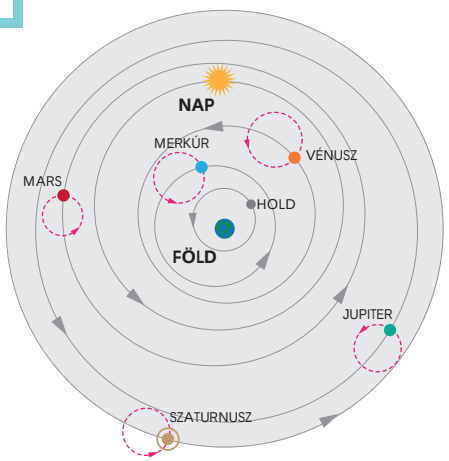
3. BOLYGÓK

A Vénusz bolygót a népnyelv Esthajnalcsillagnak nevezi. Az elnevezés onnan ered, hogy ezt a fényes égitestet rövid ideig vagy naplemente után nyugaton, vagy napkelte előtt keleten lehet látni az égbolton. Vajon mi ennek az oka?



Ptolemaiosz és Kopernikusz rendszere

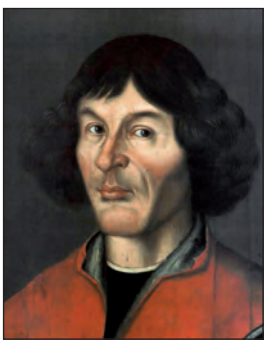
Az ókorban szabad szemmel végzett megfigyelések során hét olyan égitestet fedeztek fel, melyek az állócsillagokhoz képest elmozdulnak az égbolton. A Nap és a Hold mellett észleltek öt további apró, bolyongó égitestet, melyet bolygónak neveztek. Az öt bolygó az ókori rómaiak isteneiről kapta nevét: Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz. *Ptolemaiosz* ókori görög csillagász Kr. u. 100 körül az addig felgyűlt megfigyeléseket rendszerezve és elemezve megalkotta csillagászati világképét, amit **földközéppontú világképként ismerünk**. E szerint a Föld van a világ közepén, körülötte keringenek az égitestek, sorban: Hold, Merkúr, Vénusz, Nap, Mars, Jupiter, Szaturnusz, valamint legkívül található az állócsillagok szférája.



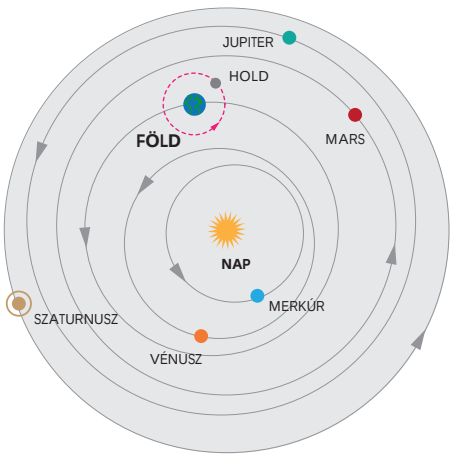
GEOCENTRIKUS VILÁGKÉP

Érdekesség

A hét mozgó égitest neve adta a Julián-, majd Gergely-naptárban a hét napjainak nevét. A latin nyelvű elnevezések részben megmaradtak a francia, spanyol, angol nyelvben is. Angolul például a hétfő: Monday (Hold napja), a szombat: Saturday (Szaturnusz napja), a vasárnap: Sunday (Nap napja).



Ptolemaiosz rendszere alapján a bolygók égi pályáját kisebb-nagyobb hibával ki lehet számolni, meg lehet határozni. Az eget kémlelő megfigyelő a középpontban érezheti magát, ezért is lett széleskörűen elfogadott ez a világkép. A Nap hatalmas mérete miatt az 1500-as évek elején Nikolausz *Kopernikusz* (1473–1543) lengyel csillagász kidolgozta a világ napközéppontú rendszerét, a **napközéppontú világképet**. Rendszerében a Nap áll a világ közepén, körülötte egyre nagyobb körpályán keringenek a bolygók: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, valamint az állócsillagok szférája. A Hold a Föld körül rója köreit.



HELIOCENTRIKUS VILÁGKÉP

Gondold meg!

Kopernikusz napközéppontú világképében a Nap közelében kering két bolygó, a Merkúr és a Vénusz. A Földről nézve ezek a bolygók a Nap közelében látszanak. Ezért van az, hogy egyszer napnyugta után sietnek követni a Napot az esti égbolton, másszor a derengő hajnali szürkületben a Nap előtt kelnek. A Nap közelsége miatt a Merkúr rövid ideig és nehezen megfigyelhető bolygó.

Távcsöves megfigyelések

Először Galileo *Galilei* itáliai tudós alkalmazta a távcsövet égi objektumok részletes megfigyelésére. 1609-es és 1610-es vizsgálódásai sok új ismeretet nyújtottak. Felfedezte, hogy a Jupiter körül négy apró hold kering, hogy a Szaturnusznak gyűrűje van. Elsőként észlelte, hogy a Vénusz – a Holdhoz hasonlóan – fázisokat mutat. Ez megerősítette azt, hogy a Vénusz a Nap körül kering. A Holdat figyelve távcsövével elsőként állapította meg, hogy **a Holdon hegyek és kráterek vannak**. Távcsövén keresztül a Tejút ködje sok ezer csillag fénylő pontjára vált szét.

Emlékszel?

Tavaly tanultál a Kepler-féle csillagászati távcsőről. Ez a távcső két domború lencséből áll. A két lencsén át nézve nagyított, fordított állású képet kapunk. *Galilei* távcsövében a szemlencse homorú lencse volt, így ő egyállású, nagyított képet látott. Jobb minőségű és jobb nagyítású távcsövet *Newton* készített először, a szemlencse helyett homorú tükröt használva. A tükrös távcsövek lettek a legelterjedtebb teleszkópok.



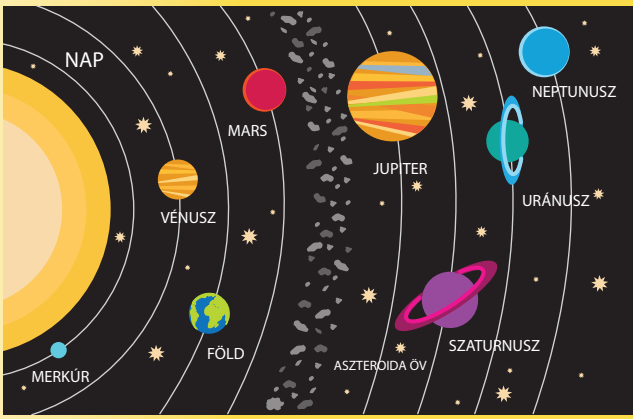
Johannes *Kepler* (1571–1630) a Mars hosszantartó megfigyelésének adataiból állapította meg, hogy a bolygó nem kör, hanem ellipszis alakú pályán kering, néhol közelebb, néhol távolabb kerülve a Naptól. Ez a megállapítás a többi bolygóra is igaz, azaz **minden bolygó ellipszis alakú pályán kering a Nap körül**.
Szintén ez időben az itáliai Giovanni *Cassini* távcsövével felfedezte, hogy a Szaturnusznak is vannak holdjai. Nevéhez fűződik a Nap–Föld közepes távolságának pontos meghatározása. **A Föld Naptól mért közepes távolsága mintegy 150 millió km**. Ezt a távolságot nevezzük csillagászati egységnek (CsE). *Kepler* munkája nyomán *Cassini* pontosan meghatározta a bolygók Naptól mért távolságát. A legtávolabbi megfigyelt bolygó, a Szaturnusz 9,6 CsE, azaz közel 1,4 milliárd km távolságra van a Naptól.

A bolygók és holdak pályán tartását az égitestek között fellépő gravitációs erő okozza. A tömegvonzás, azaz a gravitációs erő törvényét *Newton* alkotta meg a 17. században. *Newton* számításai igazolták elsőként, hogy a bolygók a Nap körül, illetve a holdak egy bolygó körül ellipszis alakú pályán keringenek. Gravitációs erő bármely két égitest között fellép, az erő nagysága az égitestek tömegétől, és a köztük lévő távolságtól függ. Két kisebb bolygó egymástól nagy távolságra csak gyenge kölcsönhatásra képes.

Érdekesség

A 18. század közepén két német csillagász: Johann *Titius* és Johann *Bode* szabályosságot véltek felfedezni a bolygók ellipszispályájának méreteiben. Az egyre távolabb keringő bolygók Naptól mért távolságát egymás után leírva egy szabályosan növekvő számsort kaptak. A sorozatból a Mars és a Jupiter értéke között még egy bolygónak kellett volna következnie az általuk megalkotott szabály szerint, ezért azt feltételezték, hogy a Nap körül további, eddig fel nem fedezett bolygó kering.

Hatalmas szenzációt keltett 1781-ben a német származású William *Herschel* (ejtsd: hersel. 1738–1822), aki távcsövével egy új bolygót fedezett fel, amelyet később Uránusznak neveztek el. Az Uránusz hosszantartó megfigyelése kimutatta, hogy a bolygó mozgása az ellipszispályán nem szabályos, hol siet, hol pedig késik az előre jelzett helyzetéhez képest. Azt gondolták, hogy ezt a zavart egy, a Naptól még távolabbi, eddig ismeretlen bolygó gravitációs hatása okozza. Ezt a bolygót a számításokkal előre meghatározott helyen 1846-ban a német Johann *Galle* fedezte fel óriástávcsövével. A bolygó később a Neptunusz nevet kapta.



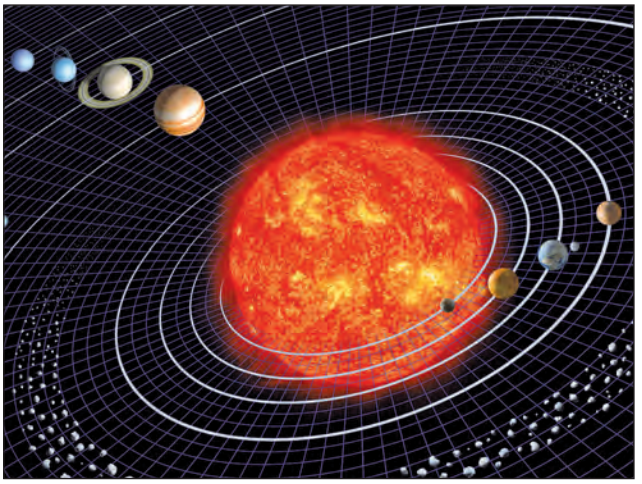
Tudod-e?

A Nap körül keringő nyolc bolygó ellipszis alakú pályája közel egy síkban helyezkedik el, és minden bolygó azonos irányban kering a Nap körül. A Nap saját tengely körüli forgása is ugyanilyen irányú. Ennek magyarázata az Uránusz felfedezésének idején született. A ma is elfogadott elmélet szerint kezdetben a Nap és bolygók kezdeményei egyetlen nagy, forgó halmazt alkottak. Egy idő elteltével a bolygókezdemények kiváltak és eltávolodtak a Naptól, megtartva a keringési irányt.

A távcsöves megfigyelések a Nap körül keringő egyéb égitestek felfedezéséhez is vezettek. A 19. század legelején fedezték fel, hogy a Mars és a Jupiter pályája közötti területen úgynevezett kisbolygók, aszteroidák keringenek.

A távcső segített annak megállapításában is, hogy az égbolton időnként megjelenő, olykor visszatérő üstökösök a Nap körül elnyúlt ellipszis alakú pályán keringenek. A leghíresebb a **Halley-üstökös,** 76 évente tér vissza, 2061-ben lesz újra látható.

Körülbelül száz évvel ezelőtt úgy gondolták, hogy a világunk a Naprendszerből, valamint az azt körülvevő csillagokból áll. A Naprendszert a Nap, a nyolc bolygó, számos kis- és törpebolygó, valamint üstökösök és meteorok alkotják. A távcsövek és más megfigyelési eszközök fejlődésével hamarosan kiderült, hogy a **Naprendszer csak egy parányi része a világegyetemnek**.



Érdekesség

Mára az ismert kisbolygók száma elérte a háromszázezret. Legnagyobb képviselőjük a Ceres, melynek átmérője közel 1000 km. 1930–ban fedezték fel a Neptunuszon túl keringő Plútót, melyet sokáig a kilencedik bolygónak tekintettek. A Plútó pályájának közelében keringő kisebb égitestek felfedezésével 2006-tól a Plútót már nem tekintik bolygónak – a hasonló távolságban keringő társaihoz hasonlóan – törpebolygónak nevezzük.

Összefoglalás

A földközéppontú világképben a nyugalomban lévő Föld körül kering hét égitest.
A napközéppontú világkép szerint a bolygók a Nap körül keringenek.
A Naprendszer nyolc bolygója: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz.
A Nap–Föld közepes távolság 1 CsE, azaz 150 millió km.
A Nap körül kisbolygók, törpebolygók, üstökösök és meteorok keringenek.

Kérdések, feladatok

1. A Ceres kisbolygó 2,8 CsE távolságra kering a Naptól. Hány km távolságot jelent ez? A Plútó 5,9 milliárd kilométer távolságra kering a Naptól. Hány CsE távolságot jelent ez?
2. A Szaturnusz gyűrűjét *Galilei* figyelte meg először. Nézz utána, miből áll a gyűrű! Miért látható?
3. A Föld napközelben 0,98 CsE, míg naptávolban 1,02 CsE távolságra van a Naptól. A Mars napközelben 1,38 CsE, naptávolban 1,67 CsE távolságra van a Naptól. Hány kilométerre közelítheti meg a Mars a Földet? Mennyire távolodhat el tőle?

4. A VILÁGEGYETEM



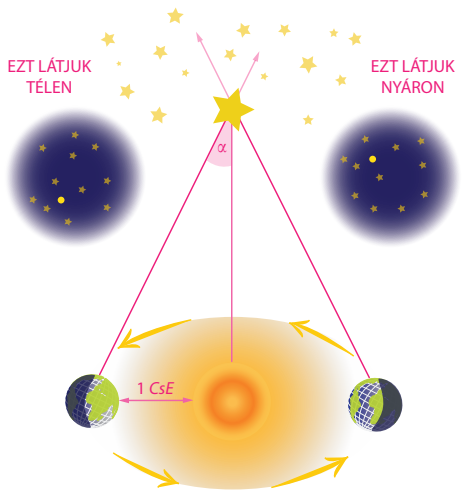
Az Androméda csillagképben szabad szemmel is látható egy kis méretű, halvány ködfolt, melyet a középkori perzsa csillagászok Kis Ködnek neveztek el. *Galilei* idejében távcsővel is megfigyelték, ezután kapta az Androméda-köd elnevezést. William *Herschel*, az Uránusz felfedezője az **Androméda-köd** fénylő közepe körül halványabb, vöröses területet látott. Az első számítások azt mutatták, hogy messzebb van, mint az égbolt fényes csillagai. Mi lehet ez a rejtélyes objektum?

A Tejútrendszer

Kopernikusz napközéppontú világképét a távcsöves megfigyelések megerősítették, ugyanakkor pontosították is. A csillagászok feltérképezték a bolygók pályáját és Naptól mért távolságukat, meghatározták a Naprendszer méretét. Az akkori elképzelés szerint a Naprendszer peremén a csillagok tartománya húzódik, és ott található a világ pereme. William *Herschel* volt az első, aki a csillagok pontos megfigyeléseiből, matematikai számítások útján megállapította a legfényesebb csillagok távolságát a Naptól. A Naphoz legközelebbi csillag 270 000 CsE távolságra található. A csillagtávolságok megadásához a CsE túl kicsi egység, így a csillagászok e helyett fényévben adják meg az adatokat. **1 fényév az a távolság, amelyet a fény vákuumban 1 év alatt megtesz**.
1 fényév körülbelül 63 000 CsE.

Érdekesség

A csillagok távolságának meghatározását az alábbi ábra mutatja.
A közeli csillagokat télen, illetve fél évvel később, nyáron megfigyelve az égbolton, kissé más pozícióban, más szögben látjuk. Mindkét évszakban megmérve ezt a szöget, a valósággal megegyező, méretarányos háromszöget szerkeszthetünk. A háromszög magasságát megmérve visszakövetkeztethetünk a csillag távolságára.



Herschel évtizedes számításainak eredményei kirajzolták a csillagok elhelyezkedését. Eszerint a csillagok olyan halmazba rendeződnek, mely leginkább két, egymásra fordított mélytányérra emlékeztet. Az égbolton látott Tejút ennek a „mélytányérnak" a pereme. A Naprendszert körülvevő csillagok halmazát **Tejútrendszernek, más néven Galaxisnak vagy Galaktikának nevezzük**. *Herschel* tévesen még úgy gondolta, hogy a Tejútrendszer közepében található a Naprendszer, ma már tudjuk, hogy inkább a peremhez közel helyezkedik el. A 19. században az óriástávcsövekkel egyre több kisméretű, halvány, derengő foltot, úgynevezett ködöt vagy felhőt fedeztek fel a csillagászok. Mintegy száz évvel ezelőtt nagy tudományos vita kerekedett abból, hogy ezek a ködök a Tejútrendszerben vannak, vagy ahhoz tartoznak, vagy éppen ellenkezőleg, a Tejútrendszertől távol találhatók, attól elkülönülnek.



Jó, ha tudod

A Tejútrendszer egy spirálgalaxis. Ez azt jelenti, hogy a milliárdnyi csillag egy közel gömb alakú magba, valamint az abból spirálisan kinyúló karokba rendeződik. Lapos korong alakú, átmérője 100 000 fényév. Spirál alakja is sugallja, hogy központi magja körül forog, így **a Naprendszer is kering a középpont körül**. A Tejútrendszer alakjának, szerkezetének és mozgásának meghatározását az nehezíti, hogy csak belülről tudjuk megfigyelni és vizsgálni.

Galaxisok



A csillagködökről rendezett tudományos vita idején egy amerikai csillagász, Edwin *Hubble* (ejtsd: habl, 1889–1953) az Andromeda-ködöt tanulmányozva több felfedezést is tett. A köd számtalan távoli csillag halmaza, melyeknek távolsága mintegy 2,5 millió fényév. A csillagok a Tejútrendszertől elkülönülten, a Galaxison kívül találhatók, egy új, spirális galaxist alkotnak, melynek ezután Andromeda-galaxis lett a neve. *Hubble* ezután számos ködöt megvizsgált, és sikerült többről igazolnia, hogy távoli galaxisok. *Hubble* a galaxisokat vizsgálva kimutatta, hogy ezek egymástól folyamatosan távolodó objektumok. Megalkotta a **táguló világegyetem** elméletét.

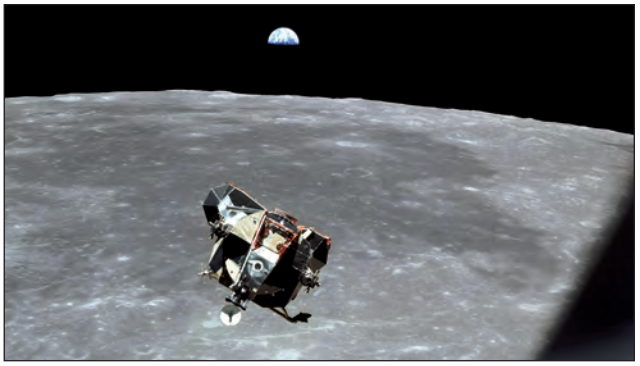
A világegyetemet ma már a földi óriásteleszkópok mellett az űrbe telepített távcsövek is vizsgálják. A Hubble-ról elnevezett űrtávcső 1990 óta küld gyönyörű képeket és hasznos információkat a Tejútrendszerről és a Galaxison túli objektumokról. A Herschel-űrtávcső 2009–2013 között még tökéletesebb képeket rögzített. Az űrtávcsövek sokkal jobb minőségű, részletesebb képet tudnak alkotni az égi objektumokról, hiszen képalkotásukat nem zavarja a Föld légköre.

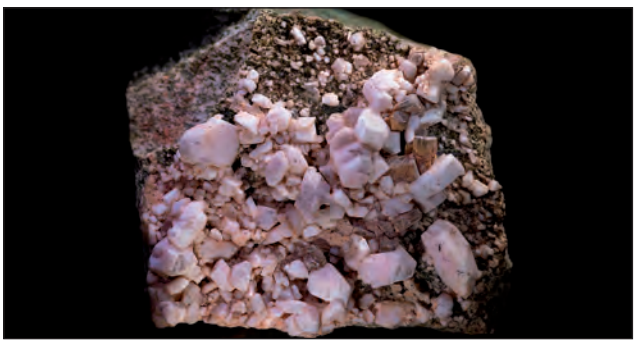
Érdekesség

A táguló világegyetem elméletén alapul a világegyetem keletkezésének tudományos elmélete. Az **ősrobbanás**, más néven „Nagy Bumm”-elmélet szerint mintegy 13,7 milliárd évvel ezelőtt a világegyetem egy nagyon sűrű, nagyon forró, és nagyon kis méretű állapotból fejlődött ki. Tágulása során mérete rohamosan nőtt, miközben hőmérséklete és sűrűsége fokozatosan csökkent. Ebben a folyamatban alakultak ki a csillagok, galaxisok és a világegyetem valamennyi objektuma.

Bolygókutatás

1957-ben – az első műhold fellövésével – kezdetét vette az űrkorszak. Az űreszközök egyik célja a Föld és az égi objektumok vizsgálata. A legközelebbi égitest, a Hold megfigyelésére a Luna űrszondákat küldték. A Luna-3 1959-ben először közvetített képet a Hold túlsó, addig nem látott felszínéről. Később sikerült a Hold felszínére is leszállni. Az áttörő sikert az amerikai Apollo-program hozta, melynek keretében összesen 12 űrhajós jutott el a Holdra, ahol tudományos méréseket végeztek, és több mint 400 kg holdkőzetet hoztak magukkal a Földre. A Hold elérése után szondákat küldtek a Mars és a Vénusz felszínére. Ezután a Voyager űrszondákat az óriásbolygók kutatására indították el. Több mint harminc éve hibátlanul működnek, képesek vagyunk kapcsolatot tartani velük. A feladatuk elvégzése után a Naprendszer határa felé repülnek tovább. Később megindultak a kutatások a kisbolygók, az üstökösök és a holdak jobb megismerésére.



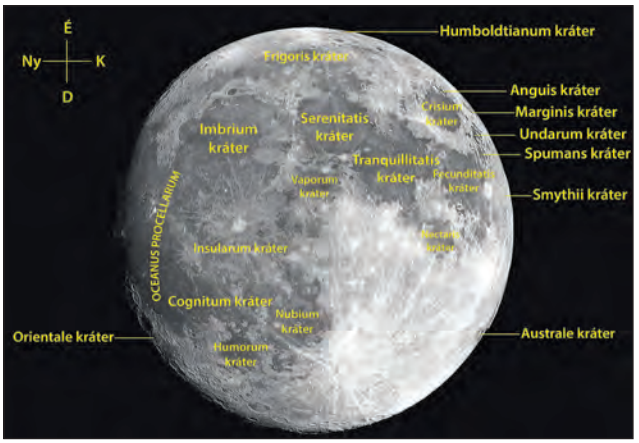


Jó, ha tudod

A Naprendszer kutatásához többféle űreszközt használnak. A műholdak a Föld vagy más égitestek (Nap, bolygók, holdak) körül keringő eszközök. Az űrszondák a Földet elhagyó kutató űreszközök. Az űrhajók olyan űrszondák, melyek embereket szállítanak. Az űrállomásokon az űrhajósok hosszabb ideig tartózkodhatnak. A teherűrhajók az űrállomásra szállítanak utápótlást az űrhajósoknak. Az űreszközöket hordozórakétákkal lövik fel az űrbe.

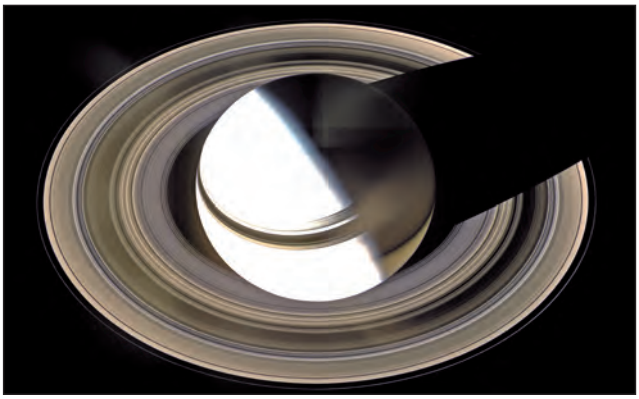


Egy bolygó vizsgálatakor a tudósok, mérnökök széleskörű kutatásokat végeznek a bolygó belső szerkezetéről, felszínéről, összetételéről, légköréről, vagy a mágneses teréről. Vannak bolygók, például a Vénusz vagy a Mars, melyeknek szilárd kérge burkolja az olvadt magot, és vannak olyanok, például a Jupiter vagy a Szaturnusz, melyeknek folyékony köpenye folyamatosan megy át a gáz halmazállapotú légkörbe.



Egy bolygó felszínén változatos formákat láthatunk. Vannak becsapódási kráterek, gyakori az előfordulásuk a ritka légkörű Merkúron vagy a Holdon (felső kép). Vannak vulkáni nyomok, mint például a Marson, a Holdon, vagy a Jupiter néhány holdján. Lehetnek hegyek, völgyek, árkok, repedések, mint a Marson vagy a Vénuszon.

A Földön kívül csak a Marson voltak a múltban tengerek és folyók. Jégsapkával a Mars és a Plútó is rendelkezik. Légköre egyedül a Merkúrnak nincs. A Vénuszon a légnyomás 90-szerese a földinek, a Marson mindössze századrésze. Felhőréteget találunk a Vénuszon, a Jupiteren, vagy a Szaturnuszon (alsó kép). Ezeken a bolygókon légköri villámokat is megfigyeltek. Az óriásbolygók, azaz a Jupiter, a Szaturnusz, az Uránusz és a Neptunusz saját gyűrűrendszerrel rendelkezik, melyek porból és jégszemcsékből állnak.



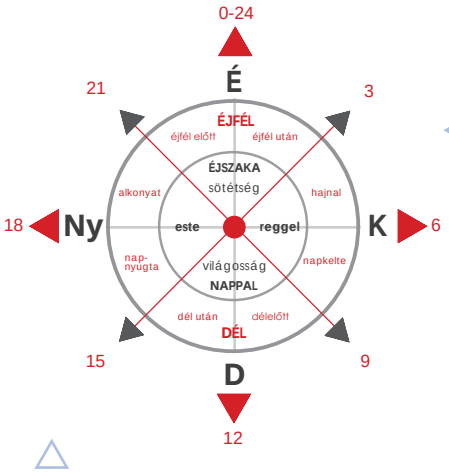
Kérdések, feladatok

1. A leckében szerepelt, hogy a Naphoz legközelebbi csillag 270 000 CsE távolságra van. Hány fényév távolság ez? Hány millió km távolságot jelent?
2. A Sombrero-galaxis kinézetéről kapta a nevét. Úgy néz ki, mint egy mexikói szalmakalap. A csillagászok a spirálgalaxisok csoportjába sorolják. Miért nem látjuk a karjait?
3. Az első űrszonda, amely megpróbált leszállni a Vénusz felszínére, összeroppant. Mire következtettek ebből a tudósok?
4. Nézz utána, milyen körülmények segítik, és mik nehezítik, hogy az ember a Marsra szálljon!

Összefoglalás

A körülöttünk lévő csillagok alkotják a Tejútrendszert. 1 fényév az a távolság, amit a fény vákuumban 1 év alatt megtesz.
A Tejútrendszeren túli csillaghalmazokat Galaxisoknak nevezzük.
A kutatók ma már űrszondákat használnak a bolygókutatáshoz.
A Naprendszer bolygóinak felszíne változatos formákat mutat. A legtöbb légkörrel is rendelkezik.

5. ÖSSZEFOGLALÁS



A Nap által kijelölt négy égtáj: észak, kelet, dél, nyugat.
A Nap égi mozgása adja a napok és az évek ritmusát.

A Nap évi útján az állatövi csillagképeken halad keresztül.

A Nap és a Hold égi mozgásai adják a naptárak alapját.

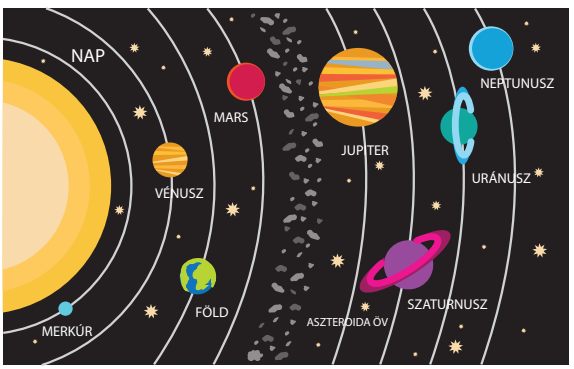


A Hold fázisai körülbelül 29 napos ciklust mutatnak.



Az égbolton látható elsődleges fényforrású égitestek a csillagok.
Az állócsillagok egymáshoz képest nem mozdulnak el, és a Sarkcsillag körül látszanak körbe haladni. Az állócsillagokat csillagképekbe rendezzük.

A Naprendszer nyolc bolygója:
Merkúr,
Vénusz,
Föld,
Mars,
Jupiter,
Szaturnusz,
Uránusz,
Neptunusz.



A körülöttünk lévő csillagok alkotják a Tejútrendszert.
1 fényév az a távolság, amit a fény vákuumban 1 év alatt megtesz.
A Tejútrendszeren túli csillaghalmazokat Galaxisoknak nevezzük.

A hullócsillagok valójában a földi légkörben felizzó meteorok.

A kutatók ma már űrszondákat használnak a bolygókutatáshoz.
A Naprendszer bolygóinak felszíne változatos formákat mutat. A legtöbb légkörrel is rendelkezik.

A Nap–Föld közepes távolság 1 CsE, azaz 150 millió km.
A Nap körül kisbolygók, törpebolygók, üstökösök és meteorok keringenek.

1. A FÖLD FIZIKAI TULAJDONSÁGAI



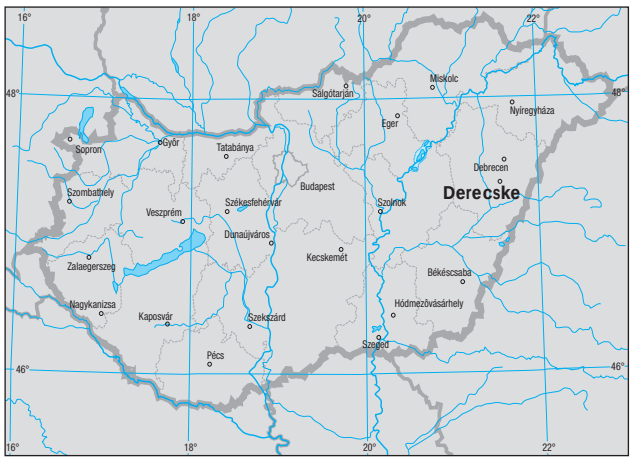
A Föld belsejének hőmérséklet-változása

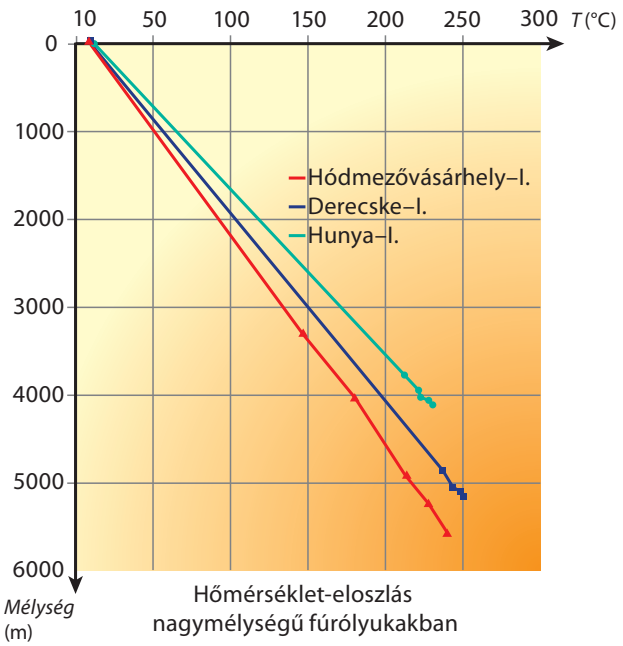
Az embereket mindig érdekelte, milyen lehet a Föld belseje. Nyilván ez késztette a 19. században élt Jules *Verne* francia írót is, hogy foglalkozzon ezzel a témával. Az 1864-ben megjelent Utazás a Föld középpontja felé című regénye ma is népszerű olvasmány. A Föld felépítését, szerkezetét, történetét a geológia vizsgálja. Mi most a Föld néhány fizikai tulajdonságával foglalkozunk, amelyet bővebben a geofizika tárgyal.
A Föld belsejének a megismerését nehezíti, hogy nem tudunk helyszíni kísérleteket, méréseket végezni, amelyek közvetlenül választ adnának a Föld belsejével kapcsolatos kérdéseinkre. Ezzel együtt vannak tapasztalataink, az elvégezhető mérésekből pedig következtetéseket vonhatunk le.
Az alábbi táblázat a Föld néhány, különböző mélységű bányájában mérhető hőmérsékletet tartalmazza.

Bánya neve	Legnagyobb mélysége	Legnagyobb mélységben a hőmérséklet	A bányászott anyag
Overman (Észak-Amerika)	701 m	49,5 °C	arany
Pécs (Európa)	1250 m	53 °C	urán
Creighton (Észak-Amerika)	2400 m	48 °C	nikkel
Moab Khotsong (Dél-Afrika)	3000 m	55 °C	arany
Mponeng (Dél-Afrika)	4000 m	66 °C	arany

Figyeld meg!

Figyeld meg, hogyan változik a hőmérséklet a bányákban a mélység növekedésével!
A grafikon három, magyarországi fúrás mérési eredményeit mutatja. A térképen Derecske helyét kiemeltük. Keresd meg a többi települést az interneten, vagy egy autóatlaszban!





Hőmérséklet-eloszlás nagymélységű fúrólyukakban

Olvasd le a grafikonról, hogy Magyarországon közelítőleg mekkora hőmérsékletet mértek a fenti bányák legmélyebb pontjaival azonos mélységben!

Forrás: FÖLD ALATTI BÁNYATÉRSÉGEK, ALAGUTAK GEOTERMIKUS HASZNOSÍTHATÓSÁGÁNAK LEHETŐSÉGEI
Prof. Dr. Bobok Elemér – Dr. Tóth Anikó Nóra PhD, Magyar Mérnöki Kamara Szilárdásvány Bányászati Tagozat, Miskolc, 2011.

Az előző táblázatból és grafikonból kiolvasható, hogy a Föld középpontja felé a hőmérséklet emelkedik, sőt azt is láthatjuk, hogy különböző térségekben ez az emelkedés eltérő.
Azt a mennyiséget, amely megmutatja a földkéregben a hőmérséklet-növekedés mértékét, geotermikus gradiensnek nevezzük. Átlagértéke a Földünkön: $\frac{3\ °C}{100\ m}$.
A magyarországi fúrásokból megtudhatjuk, hogy Délkelet-Alföldön ez a geotermikus gradiens az átlagosnál jóval magasabb.
A Föld belsejéből érkező hő a radioaktív anyagok bomlásából származik.
A Föld középpontja felé haladva növekszik a hőmérséklet. A hőmérséklet-növekedés mértéke, a geotermikus gradiens a Föld különböző pontjain eltérő, átlagértéke 100 méterenként 3 °C.

Érdekesség

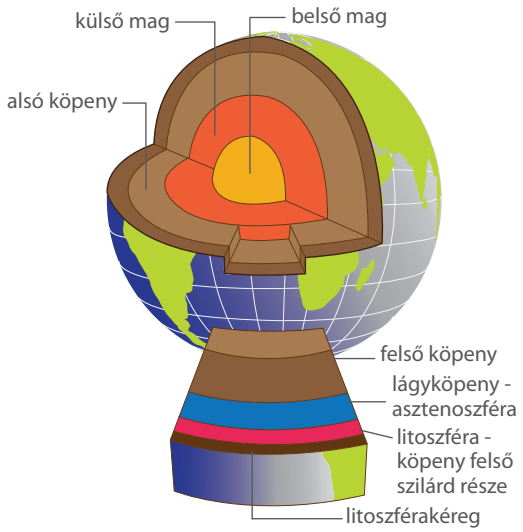
A budai hévforrások vonalában a geotermikus gradiens értéke eléri a $\frac{6–8\ °C}{100\ m}$-t is. Budapest a világ egyetlen fővárosa, ahol 118 termálforrás van. A város gyógyvizekben való gazdagsága világviszonylatban egyedülálló. Magyarországon közel 400 településen működik termál-, illetve gyógyvízű fürdő.



A geotermikus gradiens csak bizonyos mélységig nő ilyen mértékben. A vulkánok mélyéből kitörő anyagok hőmérséklete, amely 800–1200 °C között van, kisebb a geotermikus gradienssel számolt értéknél.

A Föld szerkezete, sűrűsége

A Föld belsejének kutatását a 20. század elejétől a földrengéshullámok vizsgálata, elemzése is segíti.
A hullámok visszaverődése és terjedési sebessége a különböző halmazállapotú, sűrűségű és nyomású anyagokban különböző. Ezekből a Föld belső szerkezetére következtethetünk.

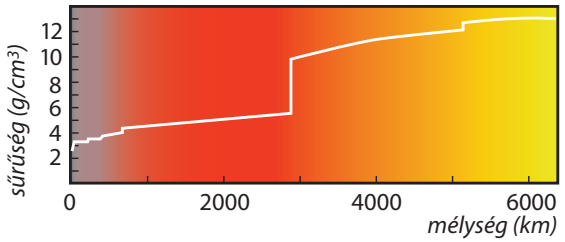


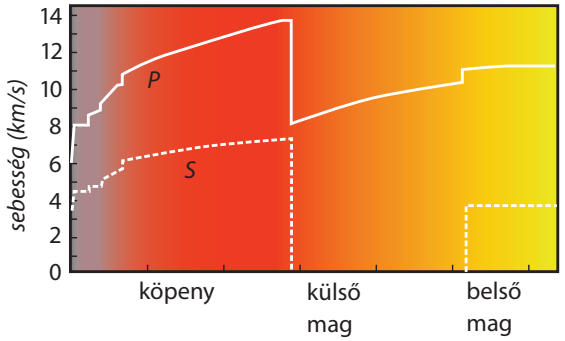
SZFÉRA NEVE	ALSÓ HATÁRA A FELSZÍNTŐL (km)	SŰRŰSÉG (g/cm^3)	HŐMÉRSÉKLET (°C)	HALMAZÁLLAPOT	ANYAG
Litoszféra-kéreg	szárazföldi: 35	**2,7**	**Kilométerenként közel ~30°C növekedés**	szilárd	szilikátos kőzetek
	óceáni: **6-7**	**2,9**			
Litoszféra-köpeny felső szilárd része	szárazföldi: **100**	**3,3**	**Kilométerenként közel ~30°C növekedés**	szilárd	szilikátos kőzetek
	óceáni: **50**				
Lágyköpeny-asztenoszféra	**250**	**3,5 – 4,0**	**1340**	képlékeny	szilikátos kőzetek
Felső köpeny	**700**	**4,3**	alsó határnál **2500**	szilárd	szilikátos kőzetek
Alsó köpeny	**2900**	**5,5**	**4000**	szilárd	szilikátos kőzetek
Külső mag	**5100**	**10,0**	**4300 – 5000**	folyékony	vas, nikkel, oxid- és szulfid-ionok
Belső mag	**6371**	**13,3**	**5000 – 6000**	szilárd	vas, nikkel

Figyeld meg!

Figyeld meg a fenti táblázatban a Föld sűrűségének változását:
1. a mélység növekedésével,
2. különböző halmazállapotok esetében,
3. a Föld anyagától függően!

Ha koordináta-rendszerben ábrázoljuk a sűrűségértékeket a mélység függvényében, a szomszédos grafikont kapjuk.





Megállapíthatjuk, hogy a Föld sűrűsége – a középpontja felé haladva – egyre nagyobb, és a növekedés ugrásszerű bizonyos mélységeknél, ahol a halmazállapot és a hőmérséklet is megváltozik. A legnagyobb sűrűsége a belső magnak van, amit szilárd, nagy sűrűségű vas és nikkel alkot.

Az átlagosan 6371 km sugarú Föld – a forgás és lehűlés hatására – sűrűség szerint különböző rétegekre, gömbhéjakra tagozódott.
A gömbhéjakat másképpen szféráknak nevezzük (a szféra görög-latin eredetű kifejezés, jelentése: gömbfelület). A gömbhéjak határai a sűrűség hirtelen változásainál találhatók.
A Föld gömbhéjainak eltérő sűrűsége miatt egy **átlagos sűrűséggel szokás jellemezni a Földet, amelynek értéke: 5,5 $\frac{g}{cm^3}$.**

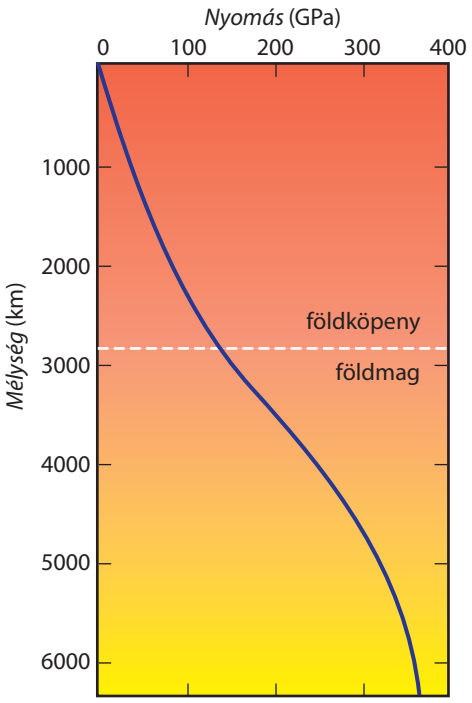
A felszínen ismert kőzetek átlagos sűrűsége: 2,6–3,0 $\frac{g}{cm^3}$.

Nyomás a Föld mélyében

A Föld középpontja felé növekszik a nyomás, ami kihat a sűrűségre.

Figyeld meg!

Figyeld meg az ábrán a nyomás értékének változását lefelé haladva!
Vesd össze a Föld szerkezetét ábrázoló táblázatban található, adott mélységhez tartozó sűrűségértékeket a nyomásértékekkel!



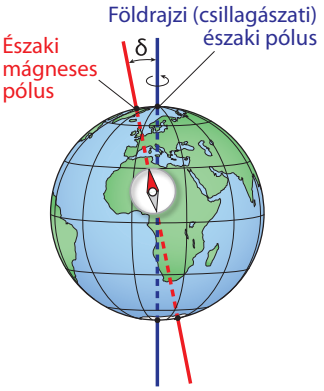
Megfigyelhető, hogy az alsó földköpeny határáig, mely 2900 km mélyen van, a nyomás közel lineárisan növekszik, majd itt egy gyorsabb növekedést láthatunk.
A Föld magjában a nyomás jóval nagyobb, mint a földköpenyben, ennek következménye a nagyobb sűrűség.
A nyomás a Föld középpontja felé majdnem egyenletesen növekszik, így a középpontjában eléri a légnyomás felszíni értékének közel 4 milliószorosát.

Mit mutat az iránytű?

A földi mágneses tér felismerése az iránytű felfedezéséhez köthető. Az iránytű használatát először egy i. e. 3. századból származó kínai írás említi, bár valószínűleg már jóval hamarabb használták. Európában a 13. században terjedt el.

Mai ismereteink szerint ezt a mágneses teret a Föld belsejében, több ezer kilométer mélyen lévő vas és nikkel tartalmú fémolvadékok áramlásai keltik.

A világtengereken hajózók – útjaik során – már a 15. században megfigyelték, hogy a Föld mágneses pólusai nem esnek egybe a földrajzi pólusokkal. Ezt az eltérést mágneses elhajlásnak (deklinációnak) nevezzük. A mágneses pólusok a földrajzi sarkok közelében találhatók, ugyanakkor évről évre változtatják egy kicsit a helyüket.



Figyeld meg!

A táblázat és az ábra a mágneses É-i pólus helyzetének változását mutatja.

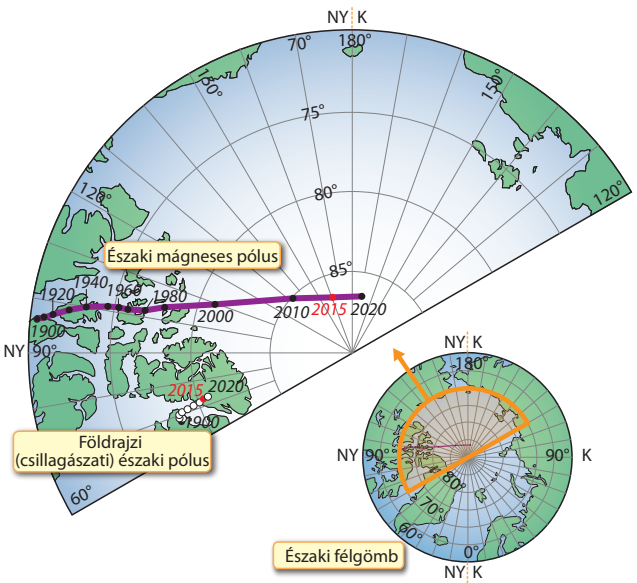
Év	Északi szélesség	Nyugati hosszúság
2000	81,0	109,6
2005	83,2	118,2
2010	85,0	132,8
2011	85,4	137,4
2012	85,7	142,5
2013	85,9	148,0
2014	86,1	153,9
2015	86,3	160,0

Bolygónkat mágneses tér veszi körül, melynek É-i és D-i pólusa enyhén eltér a földrajzi É–D-i pólustól. Ez az eltérés a mágneses deklináció.

Jó, ha tudod



William *Gilbert* (ejtsd: dzsilbert, 1544–1603), Erzsébet királynő udvari orvosa 1600-ban a tapasztalatok alapján elsőként vetette fel, hogy az iránytű azonos irányba való állását a Föld egészének mágnesezettsége okozza.



És mégis mozog… a kőzetburok

A 20. század második felében a mélytengeri kutatások igazolták azt az elméletet, amelyet az 1910-es években dolgozott ki Alfred *Wegener*. Szerinte a kontinensek valamikor összefüggtek egymással, ezt az őskontinenst ő Pangeának nevezte. Később ez a Pangea összetöredezett, és darabjai elsodródtak egymástól.

A kutatások ahhoz a felismeréshez vezettek, hogy a földkéreg és a földköpeny felső szilárd rétege (litoszféra) több egymás melletti, és egymáshoz képest elmozduló kőzetlemezből áll. Hét nagy és több kisebb kőzetlemezt különítünk el.

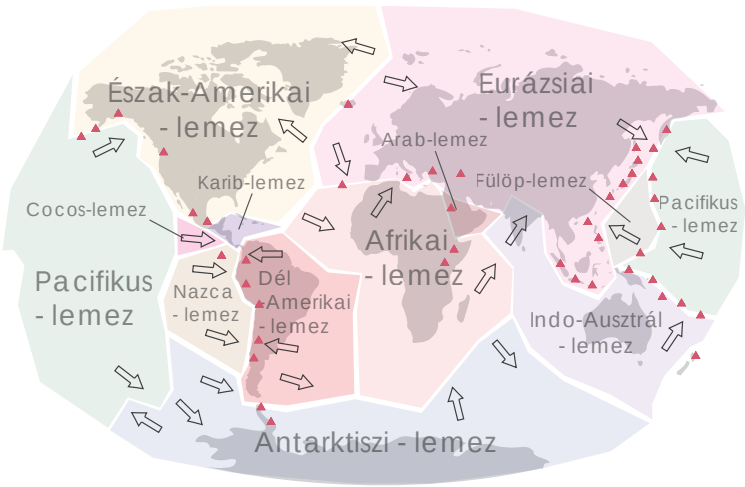
Ezek a kőzetlemezek távolodhatnak, ütközhetnek, és egymás mellett elcsúszhatnak. Az egyes kőzetlemezek 1–20 $\frac{\text{cm}}{\text{év}}$ sebességgel mozognak, ennek pontos okát még nem ismerjük kellőképpen.

A Föld felszínének változásait részben a kőzetlemezek mozgása okozza. A kőzetlemezek mozgásával, illetve ezek következményeivel a lemeztektonika tudománya foglalkozik.

Jó, ha tudod



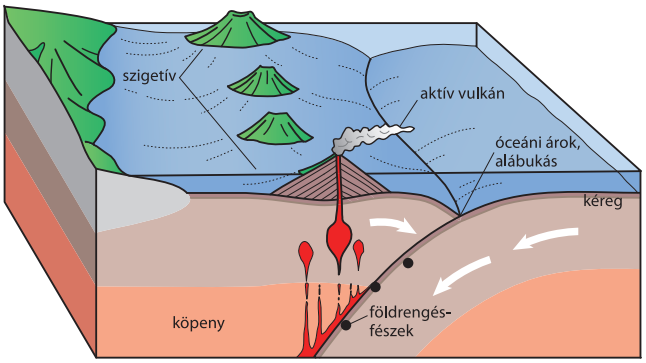
Alfred Lothar *Wegener* (Berlin, 1880–Grönland, 1930) német meteorológus, sarkkutató és földtantudós legfontosabb felfedezése a mai lemeztektonika elméletének alapjául szolgáló kontinensvándorlás gondolata volt.



Hol találhatók a vulkánok? Hol észlelhetők a földrengések?

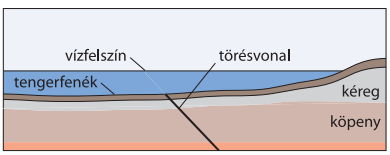
Figyeld meg!

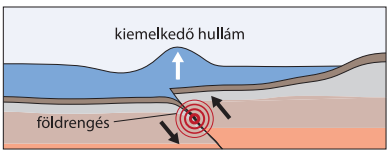
1. Hol található több, mai is működő (aktív) vulkán? Sorolj fel néhányat ezek közül!
2. Keress olyan térséget, ahol erős, katasztrofális földrengés volt az elmúlt 50 évben!
3. Nézd meg, hogy a vulkánok és a katasztrófák helyszínei hol helyezkednek el a lemezszegélyekhez képest!

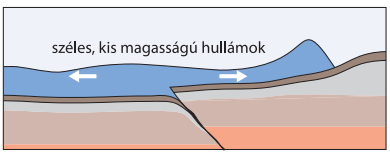


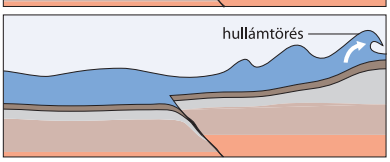
Megfigyelhető:

– A vulkáni tevékenység többnyire a lemezhatárokhoz kötődik. A Föld belsejében lévő olvadék, a magma itt kijáratot talál a felszínre. A felszínre kerülő magmát lávának hívjuk.
– Főleg a Csendes-óceán térségében találunk olyan vulkánokat, amelyek a kőzetlemezek szélétől távol vannak. Ezek kialakulását az ún. forró pontok elméletével magyarázzák. Az elmélet szerint a köpeny környezeténél magasabb hőmérsékletű, felfelé áramló magma lyukat éget a kőzetburokba, ahol felszínre törhet a láva. Erre példa a Hawaii-szigetek.
– A földrengéseket a szilárd kőzetlemezek elmozdulása okozza. Ezek is a lemezhatárokhoz kötődnek. A legpusztítóbb földrengések az egymáshoz ütköző lemezszegélyek körzetében pattannak ki.
– Ha a tenger alatt történik a földrengés, illetve a vulkánkitörés, szökőár, japánul cunami jöhet létre, ennek kialakulását láthatod az ábrán.









Előre jelezhetők-e a földrengések, vulkánkitörések?

A földrengéskor felszabaduló energia rengéshullámokat kelt, amely hullámok elérik a Föld felszínét is. A szeizmológiai állomásokon elhelyezett műszerek észlelik a rengéshullámokat, amelyek kiértékelésekor a legfontosabb feladat a rengés fészkének, irányának és mértékének pontos meghatározása. A tudomány mai állása szerint a földrengések előre jelzése még nem lehetséges, ez a földtudományok elsőrendű, megoldandó feladata.
A földrengések által veszélyeztetett országok a károk enyhítésére a riasztás minél jobb megszervezésére törekedhetnek.







Összefoglalás

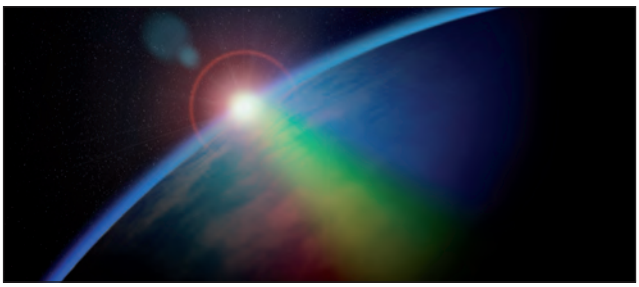
A Föld belseje felé haladva növekszik a hőmérséklet, a nyomás és a sűrűség.
A Földünket mágneses mező veszi körül. A földrajzi pólusok közelében találhatóak a mágneses pólusok.
A Föld gömbhéjas szerkezetű: a felső, szilárd része a kőzetburok, amely egymáshoz képest elmozduló kőzetlemezekből áll. A lemezhatárokon a leggyakoribb a vulkáni tevékenység és a földrengés.

Kérdések, feladatok

1. Keress az interneten 3 olyan magyarországi települést a lakóhelyedhez közel, ahol termálvizű fürdő található!
2. Olvasd le a mélység-nyomás grafikonról, hogy a külső és belső mag határán közelítőleg mekkora a nyomás!
3. Miért pontatlan az a megfogalmazás, hogy a kontinensek vándorolnak?
4. Japán különösen veszélyeztetett ország a földrengések, vulkánkitörések szempontjából. Járj utána, hogy mely kőzetlemezek határán fekszik! Nézz utána, Japánban hogyan építkeznek, hogyan készítik fel az embereket az esetleges veszélyre!

2. AMI ÉLTET ÉS VÉD – A FÖLD LÉGKÖRE

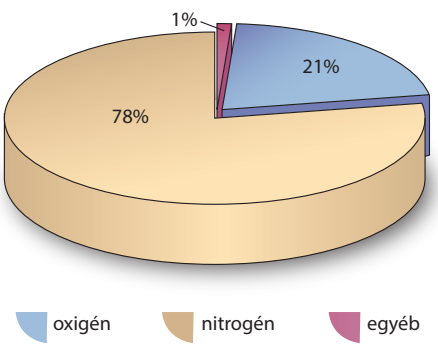
Nagyon hamar megtanuljuk, hogy a levegő nélkülözhetetlen az élethez. Jó azonban azt is tudnunk, hogy ez a gázburok nemcsak a légzésünkhöz szükséges oxigént biztosítja, hanem sok más tulajdonsága is kihat a mindennapjainkra.



Miből van a levegő?

A légkör a Földet körülvevő gáztömeg, amely a Földdel együtt mozogva kering a Nap körül. A légkör különböző gázok keveréke, de található benne cseppfolyós és szilárd részecske is.

A légköri gázok mennyisége térben és időben változhat.



Állandó arányban jelen lévő gázok	mennyiségük hosszú időn át változatlan	N_2, O_2 és a nemesgázok
Változó arányban jelen lévő gázok	mennyiségük rövidebb időn belül (néhány év, pár évtized) változik	CO_2, CH_4, H_2, N_2O, O_3, CFC
Erősen változó arányban jelen lévő gázok	mennyiségük néhány nap, hét alatt kis területen belül jelentősen megváltozhat	vízgőz, CO, NO_2, NH_3, SO_2, H_2S, $(CH_3)_2S$

Figyeld meg!

Az Országos Meteorológiai Szolgálat az ország több pontján méri a levegőben lévő egyes anyagok mennyiségét. A mért értékeket honlapjukon teszik közzé.
A táblázat a budapesti Teleki téren mért értékeket mutatja egy tavaszi napon.
Melyik csoportba tartoznak a mért gázok?
Értelmezd az egyes értékeket!

Teleki tér	NO_2	SO_2	O_3	PM_{10}
Aktuális érték (PM_{10} előző napi átlag) µg/m^3	18,1	15,7	104,4	35
Egészségügyi határérték %-ban	18	6	38	70
Tájékoztatási küszöbérték %-ban	5	4	58	30
Riasztási küszöbérték %-ban	5	3	43	23

Járj utána!

Miért pont a táblázatban lévő gázok mennyiségét figyelik?

A PM_{10} a levegőben lévő 10 mikrométernél (µm) kisebb átmérőjű szilárd vagy folyékony részecskék elnevezésére szolgál, amelyek belélegzéskor a tüdőnkbe jutnak.

Miért fontos a levegő összetételére figyelni?

Már az ókorban is törvény mondta ki: „*Aerem corrumpere non licet*”, azaz „*A levegőt szennyezni nem szabad*”. A levegő szennyezése az elmúlt 2000 évben azonban nem csökkent, hanem a technikai fejlődéssel fokozódott, ami egyre több katasztrófát okozott.

Jó, ha tudod

„1952. december 5-én Londonban szmogkatasztrófa vette kezdetét, amely 1953 tavaszáig 12 ezer ember életét követelte… Londont napokon át köd borította, és az ott uralkodó szélcsend következtében a szmog-réteg napról napra vastagabb lett. A megrekedt füst miatt nappal is sötétség honolt a brit fővárosban, az utcára kimerészkedő emberek gyakran eltévedtek a szmog-ködben, és lehetetlenség volt az autóvezetés is.”

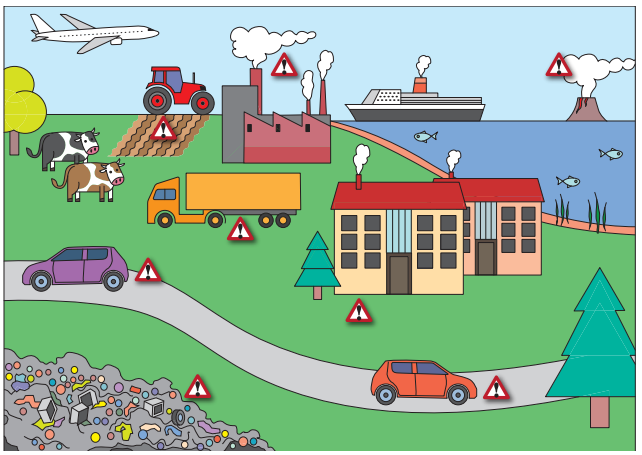


Járj utána!

Milyen betegségeket okozott az 1952-es londoni szmog-katasztrófa?

Figyeld meg!

Sorold fel, hogy a légszennyezésnek milyen forrásait ismered fel a képen!



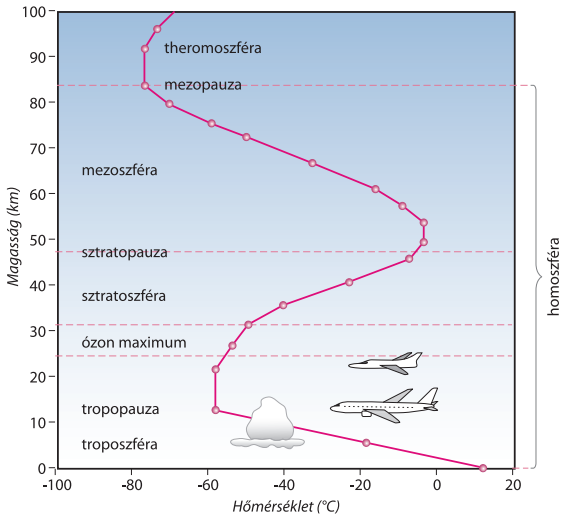
Az emberiség történetének kezdete óta egyre fokozódó mértékben juttatunk a levegőbe szennyező anyagokat. Az ipari és a mezőgazdasági termelés, a közlekedés, a hulladékgazdálkodás és a háztartások is bocsátanak ki különböző szennyező anyagokat, amelyek akadálytalanul feljutnak a légkör magasabb rétegeibe, és országhatárokon át akár más kontinensre is eljutnak. **A légszennyezés az emberiséget és a Föld egész területét érintő, globális környezeti probléma.**

Gondolkodj!

Te hogyan tudsz hozzájárulni a légszennyezés csökkentéséhez?

A légkör szerkezete, hőmérséklete

A légkör vastagsága több tízezer km. Nincs éles határa, felfelé ritkul és fokozatosan megy át a bolygóközi tér rendkívül ritka anyagába. A Földünket körülvevő légkör nem homogén, hanem réteges elrendeződésű.
Az egyes rétegekben más-más összetétel, hőmérséklet és sűrűség tapasztalható. A légkörfizika e tulajdonságok alapján osztja fel és jellemzi az egyes rétegeket.



Figyeld meg!

Az ábra segítségével tanulmányozd, hogy a Földtől való távolság növekedésével hogyan alakul a légkör hőmérséklete!
Olvasd le a grafikonról a különböző rétegekhez tartozó hőmérsékleti tartományokat!

Ha a légkört hőmérséklet alapján osztjuk szintekre, a határok ott lesznek, ahol a hőmérséklet-változás ellentétes irányúra fordul.
A troposzférában az átlagos hőmérséklet 100 méterenként 0,65 °C-al csökken a mérsékelt övben.

Számold ki!

A grafikon alapján mekkora a levegő átlagos hőmérsékleti gradiense a troposzférában?

Járj utána!

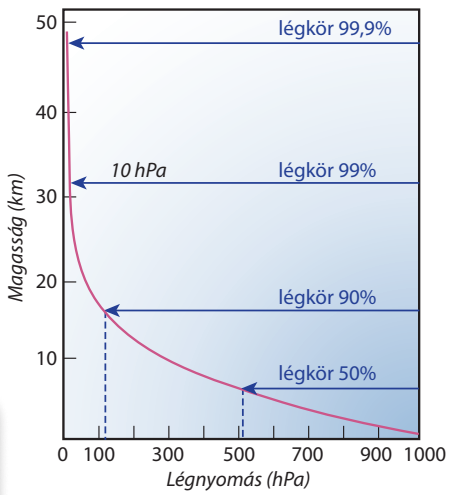
Mi az oka annak, hogy 11 km magasságban a hőmérséklet nem csökken tovább?

Jó, ha tudod

A troposzférában – ahol élünk – a levegő felmelegedése alulról történik, ami azt jelenti, hogy a felszín melegíti fel a levegőt. A napsugárzás csak kismértékben képes közvetlenül a levegő hőmérsékletét emelni.
Tehát a beeső sugárzás felmelegíti a felszínt, és a felszín melegíti fel a közeli levegőréteget. Felfelé haladva a melegedés főként függőleges, felfelé irányuló légáramlásokkal történik, a felfelé szálló melegebb levegő melegíti a hidegebb légrétegeket, miközben maga is lehűl.

A légkör nyomásviszonyai

A levegő súlyából származó nyomásról, a légnyomásról 7. osztályban már tanultunk. A felszín közelében a légnyomás értéke kb. 10^5 Pa = 1000 hPa (hektopascal).
A mellékelt ábra megmutatja, hogyan változik a légnyomás a Földtől távolodva, illetve láthatjuk a levegő tömegének eloszlását a magasság változásával. Megfigyelhető, hogy a légkör nem egyenletesen ritkul, és a légnyomás sem egyenletesen csökken a magasság növekedésével.



Figyeld meg!

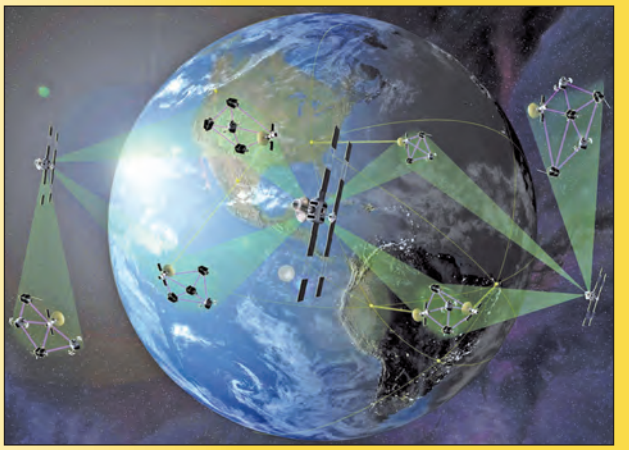
A Föld felett hány km vastag az a burok, amely a levegő tömegének felét tartalmazza, és ahol az emberiség élete zajlik?
A légkör felső határát nem lehet pontosan meghatározni. Azt azonban kimondhatjuk, hogy a légköri jelenségek 1000 km alatt történnek.

Járj utána!

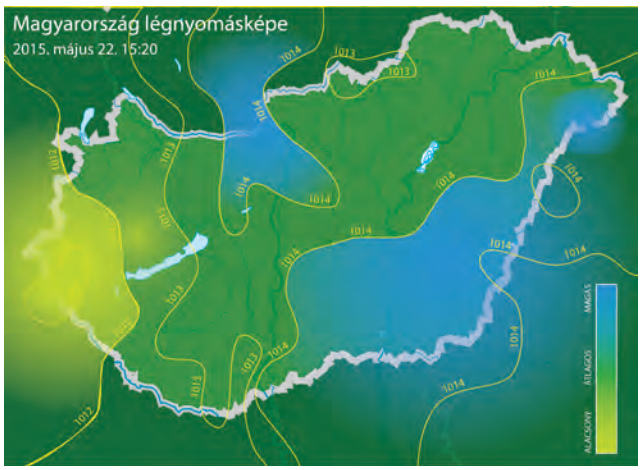
Mitől véd meg minket a 30 km feletti egyre ritkább, de mégiscsak jelenlévő gázburok?

Érdekesség!

Ma már több mint 40 ország rendelkezik saját műholddal, amelyek különböző feladatokat látnak el.
A műholdak 200–40 000 km távolságban keringenek a Földtől.
A meteorológiai műholdak az időjárás folytonos követésére mindig ugyanazon helyről gyűjtenek adatokat. Körülbelül 35 800 kilométeres magasságban keringenek. Öt ilyen műhold lefedi a teljes forróövezetet és a mérsékelt öv jelentős részét is.
A GPS-készülékek működését a 20 000 km-en repülő 24 műhold biztosítja, amelyek közül legalább 3 látja ugyanazt a pontot.



A légkörben nemcsak függőlegesen vannak légnyomáskülönbségek, hanem vízszintesen is!
A különböző hőmérsékletű légtömegekben a légnyomás értéke eltérő. A felmelegedő levegő kitágul: sűrűsége és nyomása is csökken. Lehűléskor pedig növekszik a levegő sűrűsége, ebből adódóan a nyomása is. Ha térképen ábrázoljuk az azonos légnyomású pontokat, ún. izobár görbéket kapunk.



Figyeld meg!

A képen Magyarország egy adott időpontban készített légnyomástérképét láthatod.
Olvasd le a izobár görbékhez tartozó légnyomásértékeket!
Nézd meg, a térkép színezése hogyan jelzi a légnyomás nagyságát!

A légnyomástérkép alatt azonos időben elkészített széltérképet láthatsz. A nyilak a szél irányát mutatják.



Figyeld meg!

Milyen irányból fújt a szél a vizsgált időpontban?
Milyen összefüggést állapíthatunk meg a légnyomás és a szélirány között?

A vízszintes irányú légnyomáskülönbségek kiegyenlítődésre törekszenek, ezért a **magas légnyomású területek felől az alacsonyabb légnyomású területek felé indul el a légáramlás, vagyis szél keletkezik**.

A légáramlás azonban nem egyenesen az alacsony nyomás felé mutat, hanem a Föld forgása miatt az északi féltekén jobb kéz felé eltér. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy ha az északi féltekén háttal állunk a szélnek, az alacsony nyomású terület általában tőlünk balra esik.

Jó, ha tudod



Gaspard-Gustave de *Coriolis* (ejtsd: koriolisz, 1792–1843) francia matematikus írta le elsőként a forgó rendszerben mozgó testre ható erőt, amelyet a tiszteletére Coriolis-erőnek nevezzük.
A Földön a Coriolis-erő határozza meg az általános szélirányokat, ez váltja ki a hurrikánok és a tornádók forgását.

A nagyobb nyomáskülönbség kihat a szél erősségére.
1805-ben Francis *Beaufort* (ejtsd: bőfót), a brit flotta sorhajókapitánya, 12 kategóriából álló tapasztalati skálát állított fel a szélsebesség meghatározására. A szél erősségét a szél által kiváltott természeti jelenségek alapján osztályozta. Ezt a tapasztalati skálát a vitorlázók ma is használják.

Járj utána!

Hallgasd meg az időjárás-jelentést a rádióban, és figyeld meg, hogy milyen szavakat használnak a szélerősség meghatározására! Milyen fokozatnak felel ez meg a Beaufort-skálán?

Összefoglalás

A légkör különböző gázok keveréke; a Föld Nap körüli keringésében vesz részt.
A légkör réteges elrendeződésű. Az egyes rétegekben más-más összetétel, hőmérséklet, nyomás és sűrűség tapasztalható.
A troposzférában, a mérsékelt övben az átlagos hőmérséklet 100 méterenként 0,65 °C-al csökken.

A Föld felszínén kialakuló légnyomáskülönbség hozza létre a szelet, amelynek irányát a Föld tengely körüli forgása befolyásol.

Kérdések, feladatok

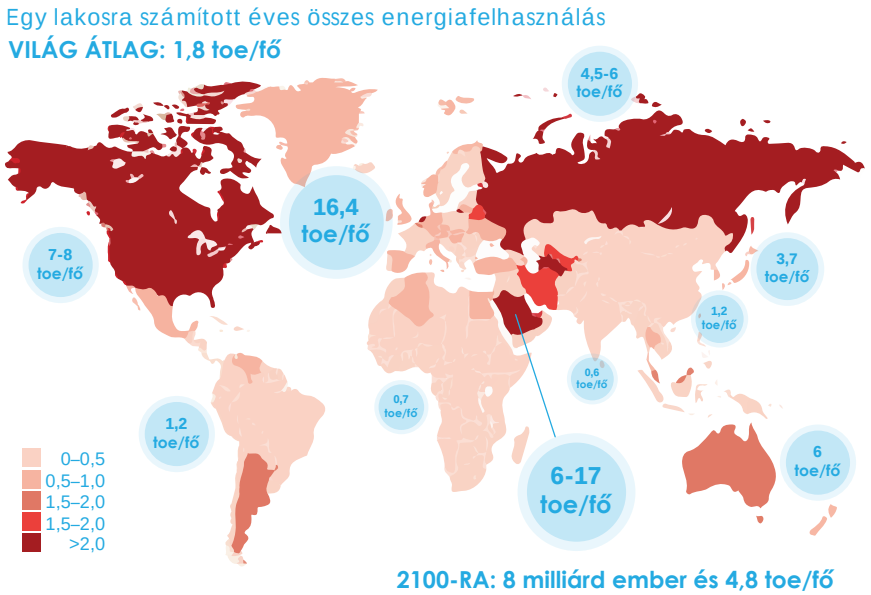
1. A háztartások milyen káros anyagokkal szennyezik a levegőt? Mit tehetünk ezek csökkentése érdekében?
2. Hatvanból (tengerszint feletti magassága: 105 méter) kirándulni megyünk a Kékesre (1015 m). Mennyivel csökken a levegő hőmérséklete ekkora szintkülönbség esetén, az átlagos hőmérsékleti gradiens alapján?
3. Amióta 1957-ben fellőtték az első mesterséges holdat, a Föld felszínéhez közeli űr legújabb jelensége az űrszemét. Nézz utána, mit takar ez a kifejezés! Milyen problémát jelent az űrszemét léte?
4. Nézz utána, hogy a déli féltekén merre módosítja a Föld tengely körüli forgása a szeleket!
5. 2014. május 15-én az Yvette-nek elnevezett ciklon söpört végig a Dunántúlon. Az Országos Meteorológiai Intézet honlapján több mindent megtudhatsz róla, tarts belőle kiselőadást a társaidnak!



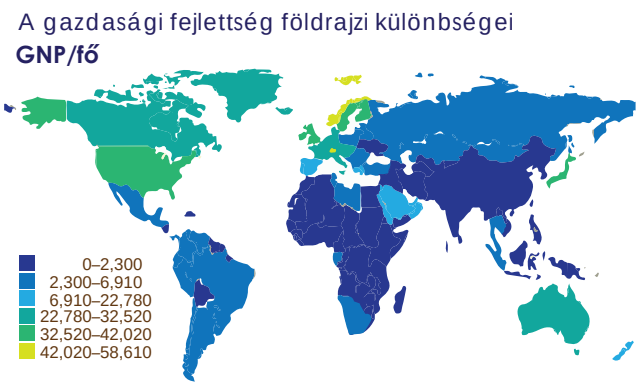
3. MEDDIG BÍRJUK ENERGIÁVAL?

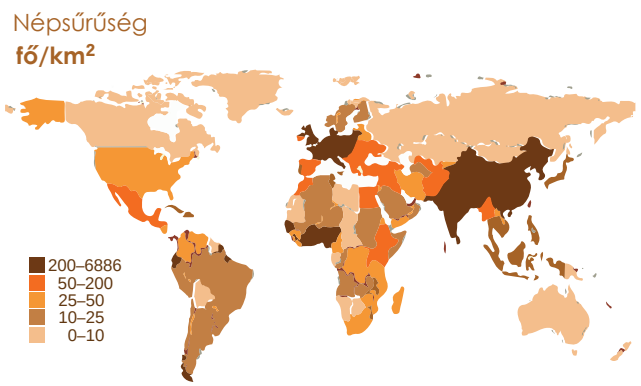
A világ energiafogyasztása

Az emberi léthez, egy társadalom működéséhez energiára van szükség. A térképeken az egyes régiók energiafogyasztását, a világ népsűrűségét és gazdasági fejlettségét láthatod (2011-es adatok).



(1 toe: 1 tonna kőolaj fűtőértéke = 42 GJ)





Figyeld meg!

A Föld országai közül melyekben kiugróan magas az energiafogyasztás?
Van-e összefüggés a népsűrűség és az energiafogyasztás között?
Vesd össze az energiafogyasztást a gazdasági fejlettséggel, a bruttó nemzeti termékkel! (GNP: gross national product)

Gondolkodj!

Mitől függhet egy országnak, egy térségnek az energiaigénye?

Az energiafogyasztást befolyásolja:
1. a gazdasági fejlettség,
2. az ipari termelés,
3. a népesség száma,
4. a népesség életminőségének fenntartásához szükséges energia mennyisége,
5. a környezeti feltételek.

Láthatjuk, hogy a fejlettebb gazdaságú, magasabb életszínvonalon élő, nagyobb nemzeti jövedelemmel rendelkező társadalmakban az energiaigény is magasabb.

Egy társadalom gazdasági fejlődése együtt jár energiaszükségletének a növekedésével. Fontos, hogy minél olcsóbban, folyamatosan és a környezet védelmét mindvégig szem előtt tartva rendelkezésre álljon a mindennapi életünkhöz és a gazdaság működéséhez nélkülözhetetlen energia.

Milyen energiahordozókból állíthatunk elő energiát?

Figyeld meg!

A következő képek segítségével sorold fel, milyen lehetőségeink vannak energiaszükségleteink biztosítására!





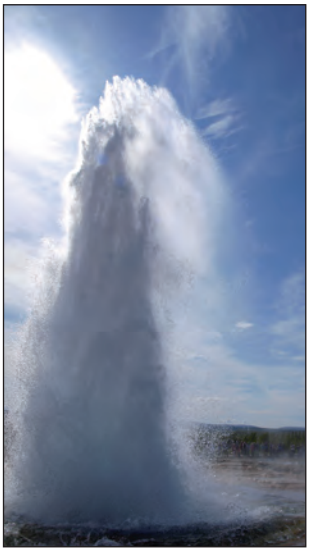






Az energiahordozókat többféleképpen szokás csoportosítani. Az egyik lehetséges csoportosítás azt veszi figyelembe, hogy a **felhasználható mennyiség bizonyos időn belül elfogy, ezeket kimeríthető vagy nem megújuló energiaforrásoknak nevezzük**. Ilyen a szén, a földgáz és a kőolaj, amelyeket fosszilis energiahordozóknak is nevezünk. Ezek növényi és állati maradványokból keletkező, levegőtől elzárt bomlás során, évmilliók alatt jöttek létre. Az atomerőművek működéséhez szükséges uránkészlet is véges, tehát kimeríthető energiaforrás.

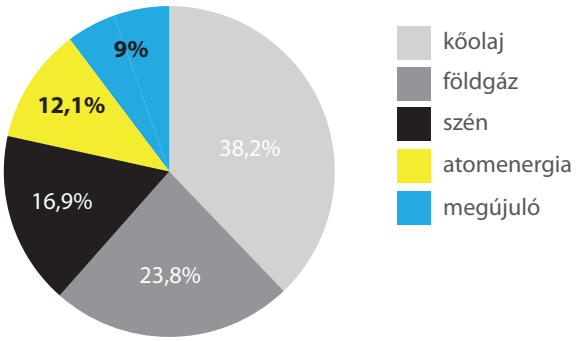
A **megújuló energiaforrások gyakorlatilag kimeríthetetlen** mennyiségben rendelkezésre állnak, illetve újratermelődnek. Ezek a források is végesek (mert például a Nap is kihül egyszer), illetve az újratermelődésüket a természet erői biztosítják (emberi beavatkozás nélkül) addig, amíg az ehhez szükséges folyamatok a természetben zajlanak. Az energiaellátás szempontjából viszont problémát jelent, hogy a nap- és a szélenergiát hasznosító létesítmények nem tudnak folyamatosan üzemelni. A napenergiát, bioenergiát (biomassza), vízenergiát, szélenergiát – közvetlenül vagy közvetve – a Nap sugárzása hozza létre, ezért tartjuk megújulóknak. A geotermikus energia forrása a Föld belsejében termelődő és tárolódó hő.



Gondolkodj!

Szerinted milyen szempontokat kell figyelembe venni annak eldöntéséhez, hogy milyen energiaforrásból biztosítsa egy ország az iparának és lakosságának az energiát?

Az Európai Unió elsődleges energiafogyasztásának megoszlása 2011-ben



Figyeld meg!

A kördiagram alapján határozd meg, hogy az Európai Unió országaiban mekkora a nem megújuló energia és a megújuló energia aránya!
Mi lehet ennek az oka?

Az energiaforrás kiválasztása nagyon sok szempont alapján történik. Figyelembe kell venni többek között a meglévő erőművek típusát, egy új beruházás költségét, az adott energiahordozó árát, a földrajzi adottságokat és a lehetséges környezeti szennyezés mértékét is.

A növekvő energiafelhasználás következménye

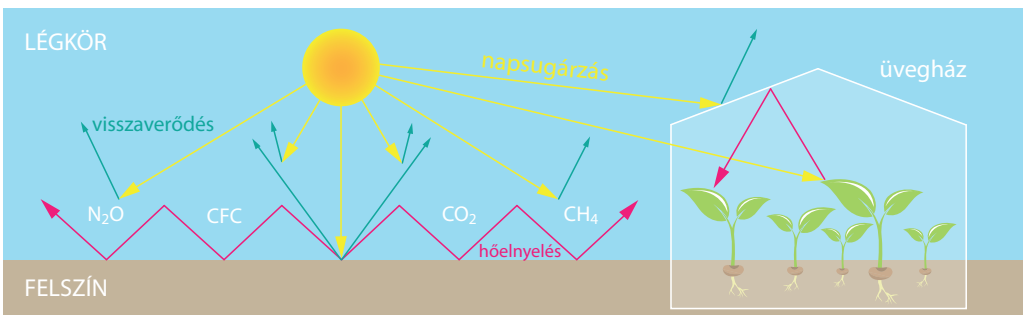
Kísérlet

Tegyünk 1-1 üvegkád aljára azonos mennyiségű földet, majd fektessünk mind a két kádba 1-1 hőmérőt! Az egyik kádat takarjuk le üveglappal! Ezután tegyük ki a napra 5 percre, vagy melegítsük felülről hősugárzóval, azonos mértékben mind a két üvegkádat!
5 perc elteltével olvassuk le a hőmérőket!
Tapasztalat: A letakart üvegkádban lévő hőmérő magasabb értéket mutat.

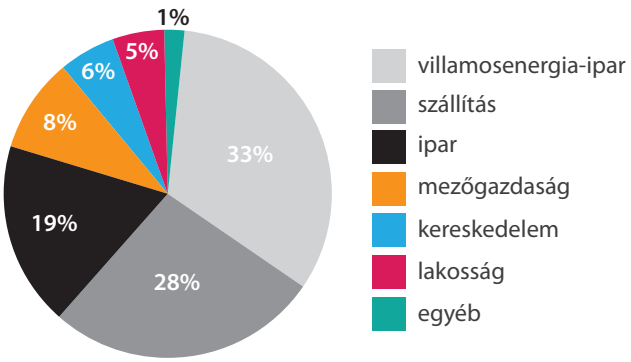


A lefedett üvegkádban a hőmérő azért mutatott többet, mert a föld által elnyelt, majd újra kisugárzott hősugarak egy részét az üveglap nem engedte át, így az üvegkádban magasabb lett a hőmérséklet.

A természetben is találkozhatunk ezzel a jelenséggel. A természetben egyes légköri gázok viselkednek úgy, mint a kísérletben az üveglap.
A talaj az elnyelt napsugárzás egy részét hősugárzás formájában kisugározza, melyet a légkörben található gázok közül némelyek – a szén-dioxid, a vízgőz, a metán, az ózon, amelyeket gyűjtőnéven üvegházhatású gázoknak nevezünk – elnyelnek.
A jelenséget üvegházhatásnak nevezzük. **Az üvegházhatás a légkör hőmegtartó képessége**, nélküle a Föld átlaghőmérséklete sokkal alacsonyabb lenne.

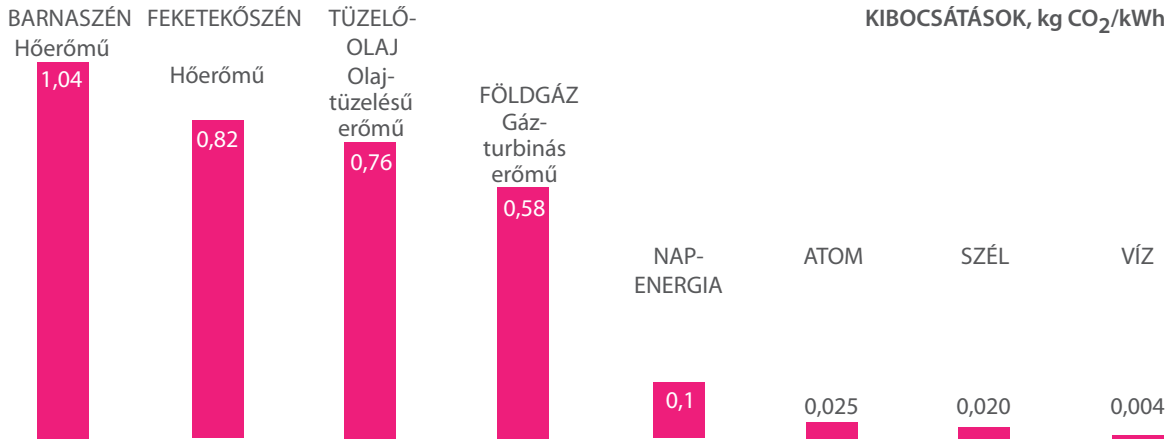


Honnan kerülhet szén-dioxid a levegőbe?



Figyeld meg!

A kördiagramon a világ 2012. évi CO_2-kibocsátási szerkezetét láthatod, %-os arányban.
(Forrás: IEA: World Energy Outlook 2012. 247. oldal)
Mekkora a részesedése az iparnak és a villamos energia előállításának együttesen?
Az utóbbi 200 év rohamosan növekvő ipara, és a vele párhuzamosan növekvő energiafelhasználás a környezetünkre is kihatott. A következmények mára súlyos, globális problémát jelentenek.



Figyeld meg!

A különböző energiatermelési módok szén-dioxid-kibocsátását olvashatod le a diagramokról.
Keresd meg a környezetünket leginkább kímélő energiaforrásokat!

Az esőerdők óriási méretű irtása közben is jelentős mennyiségű CO_2 jut a levegőbe. Az esőerdők területének fogyása különösen veszélyes, mert növényei termelik a légkör oxigéntartalmának 60%-át, és fái a csapadékképzésben is fontos szerepet játszanak.

Figyeld meg!

Így fokozódott tíz év alatt az erdőirtás Brazília nyugati részén. A bal oldali műholdképet 2000-ben, a jobb oldalit 2010-ben készítette a NASA műholdja. Az érintetlen erdők mélyzöld színűek, a tarvágott részek világosbarnák, míg a termőföldek világoszöld színűek. A halszálkautak az erdőirtás tipikus jelei.



„A Földet nem apáinktól örököltük, hanem unokáinktól kaptuk kölcsön”

A fejlődés, a növekedés olyan környezeti problémákat idézett elő, amelyeket nem hagyhatunk figyelmen kívül, ha a jövőre nézve felelősségteljesen gondolkodunk.
A napjainkban tapasztalható globális felmelegedés egyik oka – a klímakutatók egy csoportja szerint – a növekvő energiatermelésből adódó, fokozódó CO_2-kibocsátás. Más tudósok szerint a Föld klímája folyamatosan változik, bármilyen emberi tevékenység nélkül is. A tudomány feladata, hogy a felmerülő kérdésekre bizonyíthatóan választ találjon.
Minden egyes ember feladata pedig az, hogy óvja azt a környezetet, amiben él. Ennek egyik módja az észszerű, takarékos energiafelhasználás.

Figyeld meg!

A képeken a globális felmelegedés néhány következményét láthatod: sorold fel ezeket!
Gondolkodj, hogyan lehetne alkalmazkodni ehhez a klímához!









„A földi élet jövője attól függ, hogy képesek vagyunk-e cselekedni. Sokan egyénileg is megtesznek minden tőlük telhetőt, ám valódi sikert csak akkor érhetünk el, ha gyökeres változások mennek végbe a társadalomban, a gazdaságban és a politikában."

Sir David Attenborough
(1926. május 8–; brit természettudós, író)



Összefoglalás

Egy társadalom gazdasági fejlődése együtt jár energiaszükségletének a növekedésével.

Energiahordozók lehetnek:

1. Kimeríthető vagy nem megújuló energiaforrások – a szén, a földgáz, a kőolaj, amelyeket fosszilis energiahordozóknak is nevezünk, valamint az urán.
2. Kimeríthetetlen vagy megújuló energiaforrások – a napenergia, a bioenergia, a vízenergia, a szélenergia és a geotermikus energia.

A társadalom növekvő energiaigénye a környezet egyre nagyobb terhelését jelenti, ami súlyos, globális problémákat okoz.



Kérdések, feladatok

1. Az ökológiai lábnyom az a terület, amely egy ember hosszú távú fennmaradásához kell, fenntartható módon. Számold ki a saját ökológiai lábnyomodat! Az interneten találsz hozzá segítséget.
2. Nézz utána, hogy a világ eltérő gazdasági fejlettségű országaiban mekkora az ökológiai lábnyom értéke!
3. 2002 augusztusában, az afrikai Johannesburgban zajlott az a világ tudósai és politikusai számára rendezett csúcstalálkozó, melyet a fenntartható fejlődés érdekében rendeztek, és amelyen mintegy 60 000-en vettek részt. Nézz utána az interneten, hogy milyen célokat, feladatokat tűztek ki ezen a konferencián!

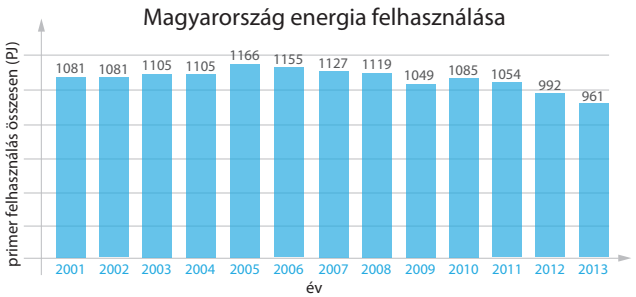


4. ENERGIATAKARÉKOSSÁG A HÁZTARTÁSBAN

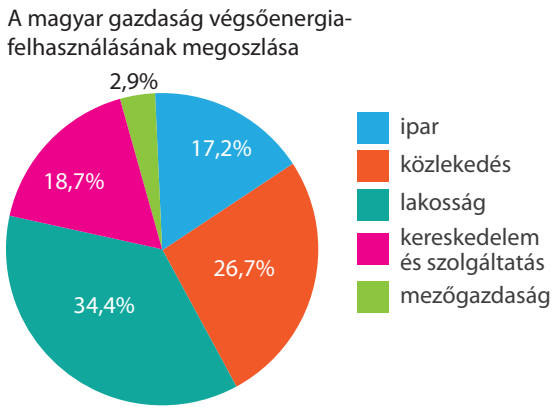
Minden család havi kiadásainak egy részét a közüzemi számlák teszik ki. Ezek közé tartozik a villanyszámla, a fűtésszámla, a víz- és a csatornadíj.
Ha azt szeretnénk, hogy ezek a költségek minél kisebbek legyenek, takarékoskodnunk kell! Ne pazaroljunk: feleslegesen ne fogyasszuk a vizet, áramot, fűtőanyagot! A takarékoskodásunk nemcsak a pénztárcánkat kíméli, hanem a környezetünket is! Láttuk, hogy egész Földünkre kihat a környezetszennyezés, amit például a villamosenergia előállítása okoz.



Miből tevődik össze egy ország energiafogyasztása?



A kördiagram hazánk 2010-es fogyasztásának szerkezetét mutatja.



Olvasd le!

A grafikon alapján határozd meg Magyarország 2010. évi energiafelhasználását!

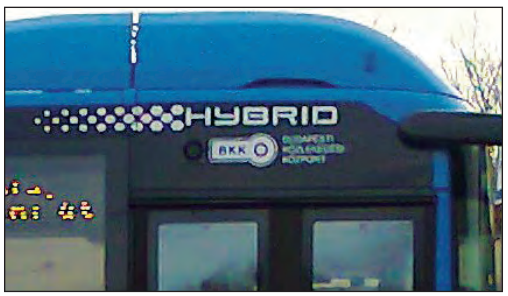
Példa

Határozd meg, hogy közelítőleg mennyi energiát használtak el a magyar háztartások 2010-ben!

A 2010. évi energiafogyasztásunknak közel harmadát, ami 373 PJ (petajoule = 10^{15} J) energiát jelent, a családok, a háztartások használták el.

Figyeld meg!

Melyek a kiemelkedően nagy energiafogyasztók Magyarországon?



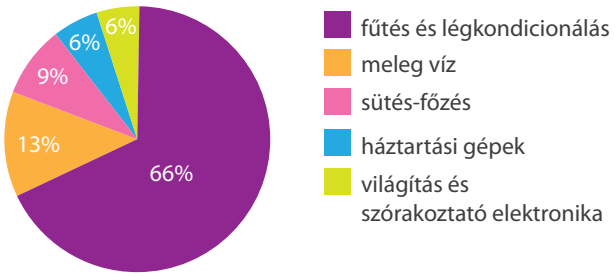
A közlekedés, amely magába foglalja a személy- és áruszállítást, hatalmas energiafogyasztó a lakosság mellett. Egy gépjármű fenntartásának legjelentősebb tétele az üzemanyagköltség. Ma már a járműgyártók nem csak a fogyasztás csökkentésére törekednek, hanem környezetbarát üzemanyaggal, etanollal vagy biogázzal működő motorok fejlesztésén is dolgoznak.

Járj utána!

Mit jelent a hibrid autóbusz? Budapesten 100-nál is több hibrid jármű vesz rész a közösségi közlekedésben.

Energiafogyasztásunknak közelítőleg a harmadát a háztartások, negyedét a közlekedés tették ki 2010-ben.

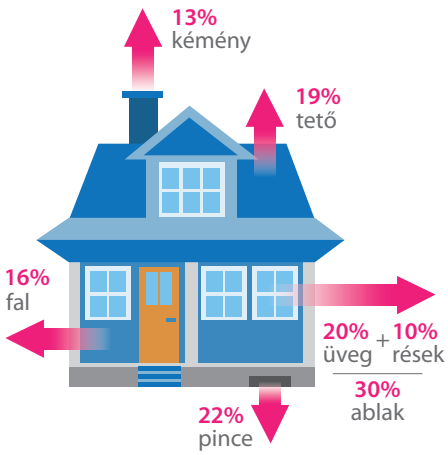
Miből tevődik össze egy család energiafogyasztása?



Járj utána!

Kérdezd meg a szüleidet, hogy a család havi kiadásainak hányad része a villanyszámla és a fűtésszámla!
Hasonlítsd össze a kiadásaitokat a kördiagram értékeivel!

A fűtéshez, világításhoz, háztartási gépeink működéséhez, vízmelegítéshez, mosáshoz, főzéshez energiára van szükség. Az energiaigényünket különböző energiaforrásból fedezhetjük. A gépek működéséhez, a világításhoz feltétlenül elektromos energia kell. Ahhoz, hogy otthonunkban 1 kWh elektromos energiát elfogyaszthassunk, az erőmű csaknem 3 kWh energiát használ fel.
Egy háztartás energiafelhasználásának döntő többségét a fűtés teszi ki.



Magyarországon több hónapon át fűteni kell. Fűtéskor gyakorlatilag az utcát melegítjük, mert a felszabaduló hőenergia a ház felületén, nyílásain át a környezetbe távozik. Azért kell folyamatosan fűteni, hogy a veszteséget pótoljuk. A hőveszteség, a fűtési kiadások és a környezet védelme érdekében is elengedhetetlenül fontos a házak hőszigetelése!

Figyeld meg!

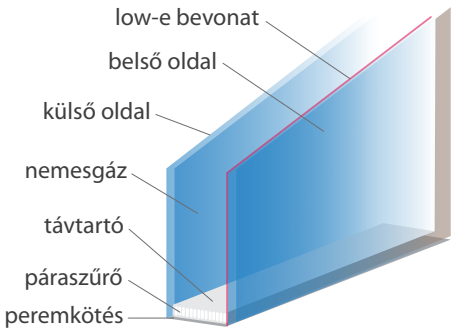
Egy családi ház hőveszteségének megoszlását mutatja az ábra.
Nem tévedés, hogy az értékek összege 100%?

A képek segítségével sorold fel, hogyan lehet a házak hőveszteségét csökkenteni!









Jó, ha tudod

A hőátbocsátásnak is van mértékegysége, ahogy azt az ablaküvegnél is láthatod.

Az $U = 0{,}6 \frac{W}{m^2 K}$ azt jelenti, hogy a két különböző hőmérsékletű közeget elválasztó szigetelőfelület 1 m^2-én másodpercenként 0,6 J hő távozik a hidegebb közeg felé, ha a két közeg hőmérsékletének a különbsége 1 Kelvin. A hőveszteség mértéke egyenesen arányos tehát a szigetelőfelület méretével, továbbá a külső és belső hőmérséklet közötti különbséggel.

Érdekesség

A passzívházak – kiemelkedő hőszigetelésüknek köszönhetően – nem igényelnek hagyományos fűtési rendszert. Hazánkban elsőként egy 2008-ban, Szadán épült családi ház kapta meg hivatalosan a passzívház minősítést.
Mit gondolsz, hány passzívház van Magyarországon?



Egy kis odafigyelés, avagy energiatakarékosság otthon

A konyhában

Figyeld meg!

A képek segítségével sorolj fel minél több lehetőséget, amelyek révén takarékoskodhatunk az energiával!

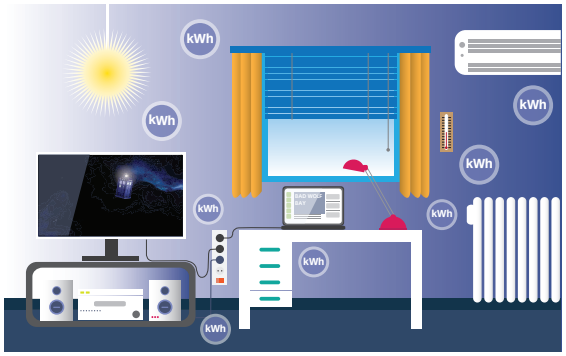


– Használjunk helyi világítást, helyezzük az energiatakarékos lámpát a pult vagy az asztal fölé!
– A hűtőszekrény fűtőtesttől távol legyen! Ne tegyünk bele meleg ételt! Az élelmiszerek tárolására elegendő a hűtőszekrényben +5 °C, a fagyasztórészben pedig –18 °C. Ellenőrizzük rendszeresen, megfelelően záródik-e a hűtő és a fagyasztó ajtaja! A kiolvasztásra szánt ételt a hűtőszekrényben hagyjuk kiengedni, így hasznosítani lehet hűtő hatását.
– Főzés közben mindig tegyünk fedőt az edényre! Kuktában főzéssel nem csak energiát, időt is megtakaríthatunk. Sütés közben feleslegesen ne nyitogassuk a sütő ajtaját!
– Ha tűzhelyet kell vásárolni, jó tudnunk, hogy a hagyományos, fém főzőlapokhoz képest az üvegkerámia lapok kevesebb energiát fogyasztanak, de a leghatékonyabb energiafelhasználású az indukciós főzőlap.
– Csak olyan konyhai elektromos segédeszközt vásároljunk, amire feltétlenül szükségünk van!

A szobában

– Használjuk ki a természetes fényt! Tegyük az íróasztalt az ablak közelébe, így később kell majd felkapcsolni a lámpát! Sose világítsanak feleslegesen a lámpák!
– Kerüljük a légkondicionáló használatát, csaknem négyszer annyi energiát igényel, mint a fűtés! Inkább árnyékolással gátoljuk meg nyáron a szoba túlzott felmelegedését.
– Fűtési szezon kezdetén a radiátorokat légtelenítsük, hogy azok hatékonyabban melegítsenek!
– Ha 1 °C-kal alacsonyabb a szoba hőmérséklete, az 5–6% energiamegtakarítást jelent. A szobákban 20 °C is elegendő.

– A szórakoztató elektronikai eszközöket áramtalanítsuk, amikor nem használjuk. A tv áram alatt van akkor is, amikor nem használjuk. Használjunk kapcsolóval ellátott hosszabbítót, így egyetlen gombnyomással megoldható több, összekötött készülék áramtalanítása.
– Ha huzamosabb ideig vagyunk távol a számítógéptől, kapcsoljuk ki a gépet és a monitort is!



Példa

Egy olyan 80 m^3-es szobát, amelyen nincsenek hatalmas ablakfelületek, és nem déli fekvésű, ha klímaberendezéssel szeretnénk hűteni, a gyártók azt javasolják, hogy olyan készüléket használjunk, amelynek a hűtőteljesítménye: 30 $\frac{W}{m^3}$.

Számítsuk ki, mennyi energiát fogyaszt, ha naponta 3 órát hűt! (A hűtőszekrény is ki-be kapcsol, és nem hűt folyamatosan!)

$V = 80\ m^3$
$P = 30$ Watt (m^3-ként)
$t = 3$ h
$E = P \cdot t = 30\ W \cdot 3\ h = 90\ Wh$
$E_{összes} = 90\ Wh \cdot 80 = 7200\ Wh = 7{,}2\ kWh$

Ha 1 kWh 2015-ben 35 Ft, akkor a napi 7,2 kWh fogyasztás napi 252 Ft-ba kerül. Ez havi szinten – egy forró nyári hónapban: 7560 Ft.

Összefoglalás

Országunk villamosenergia-fogyasztásának közelítőleg a harmadát a háztartások, negyedét a közlekedés teszi ki. Egy család energiafelhasználásának legnagyobb részét a fűtésre fordítja, amelyet hőszigeteléssel jelentősen csökkenteni lehet.
Kis odafigyeléssel, befektetés nélkül is rengeteg energiát takaríthatunk meg, ezzel is védve a környezetünket!

Kérdések, feladatok

1. A pazarló közvilágítás során jelentős mennyiségű elektromos energiát használunk fölöslegesen. A fényszennyezés-fényterhelés azt jelenti, hogy a mesterséges fény egy része értelmetlenül, hasznosítás nélkül távozik az égbolt felé. Járj utána, hogy – az energiapazarlás mellett – milyen káros következményei vannak a fényszennyezésnek! Tudod-e, mi az a Csillagos Égbolt Rezervátum?
2. Az ábrán egy ún. fényszennyezési térképet látsz. Melyek azok a területek, amelyek a legfényesebbek?



3. Vannak olyan elektromos eszközeink, amelyek akkor is energiát használnak, amikor épp nem üzemelnek, ilyenkor készenléti állapotban (standby) vannak. Ki vannak ugyan kapcsolva, de a konnektorból nem húzták ki őket. Sokan a mobiltöltőjüket is úgy használják, hogy folyamatosan be van dugva a konnektorba, és szükség szerint csatlakoztatják a telefonjukhoz. Egy laboratóriumi mérés szerint a mobiltelefon-töltők átlagos teljesítménye, készenléti állapotban 0,13 W. Számold ki, mennyi energiát fogyasztanál 1 hét alatt, ha te is így használnád! Mennyibe kerülne ez? Vedd figyelembe, hogy hányszor töltöd fel a telefonodat egy héten, és ezt az időt vond le!

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A Föld belseje felé haladva növekszik a hőmérséklet, a nyomás és a sűrűség.
Föld átlagos sűrűsége: $5{,}5 \frac{g}{cm^3}$.

A hőmérséklet-növekedés mértéke, a geotermikus gradiens a Föld különböző pontjain eltérő, átlagértéke 100 méterenként 3 °C.

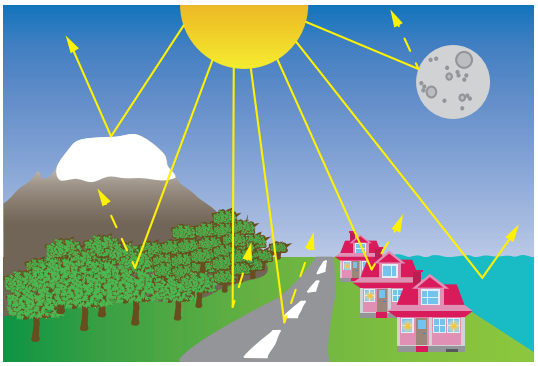


Az átlagosan 6371 km sugarú Föld a forgás és lehűlés hatására, a sűrűség szerint különböző rétegekre, gömbhéjakra tagozódott.
A gömbhéjak felső szilárd része a kőzetburok, amely egymáshoz képest elmozduló kőzetlemezekből áll. A lemezhatárokon a leggyakoribb a vulkáni tevékenység és a földrengés.

A Földünket mágneses mező veszi körül. A földrajzi pólus közelében található a mágneses pólus.

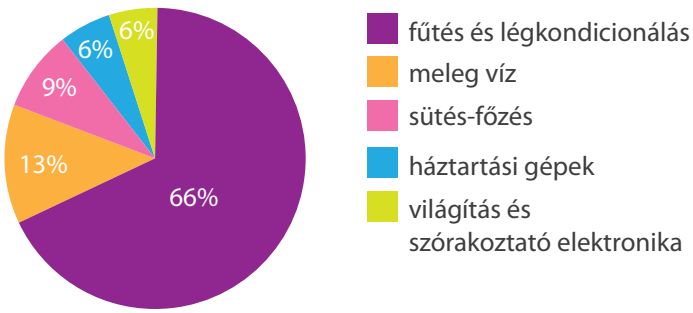
A Föld felszínén kialakuló légnyomáskülönbség hozza létre a szelet.

A légkör a Földet körülvevő gáztömeg, amely a Földdel együtt mozogva kering a Nap körül.
A légkör különböző gázok keveréke, de található benne cseppfolyós és szilárd részecske is.



A légkör réteges elrendeződésű. Az egyes rétegekben más-más összetétel, hőmérséklet, nyomás és sűrűség tapasztalható.

A troposzférában az átlagos hőmérséklet 100 méterenként 0,65 °C-al csökken a mérsékelt övben.



Egy társadalom gazdasági fejlődése együtt jár az energiaszükségletének növekedésével.

A növekvő energiatermelés a környezet egyre nagyobb terhelését jelenti, ami súlyos globális problémákat okoz.

Egy család energiafelhasználásának a legnagyobb részét a fűtésre fordítja, amelyet jelentősen csökkenteni lehet hőszigeteléssel!