FIZIKA

Elektromosságtan. Fénytan

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



Szerzők:
Bonifert Domonkosné dr. †
Dr. Halász Tibor †
Dr. Kövesdi Katalin
Dr. Miskolczi Józsefné †
Molnár Györgyné dr.
Dr. Sós Katalin phD

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK



FIZIKA

Elektromosságtan Fénytan 8

Alkotószerkesztő: Dr. Halász Tibor

TIZENNYOLCADIK, VÁLTOZATLAN KIADÁS

MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2022

Szerzők:

BONIFERT DOMONKOSNÉ DR. †
főiskolai docens

DR. HALÁSZ TIBOR †
c. főiskolai tanár

DR. KÖVESDI KATALIN
főiskolai docens

DR. MISKOLCZI JÓZSEFNÉ †
gyakorló iskolai szakvezető tanár

MOLNÁR GYÖRGYNÉ DR.
főiskolai docens

DR. SÓS KATALIN PHD
főiskolai adjunktus

Bírálók:

DR. NÁNAI LÁSZLÓ
egyetemi tanár

HORVÁTHNÉ FAZEKAS ERIKA
gyakorló iskolai szakvezető tanár

KANÁSZ LÁSZLÓ
nyugalmazott vezető tanár

Illusztrációk: Deák Ferenc
Felelős szerkesztő: Tóth Katalin
Fotók: Reményfy Tamás, Vadász Sándor, Bozsó Márton, képügynökségek
Borítóterv, tipográfia: Deák Ferenc, Reményfy Tamás
Számítógépes ábrák: Szentirmai Péter

KERETTANTERV:
Mozaik Kerettantervrendszer 17/2004 (V. 20.)
OM Kerettanterv 17/2004 (V. 20.) 3. számú melléklet

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

Kiadja a Mozaik Kiadó, 6701 Szeged, Pf. 301, Telefon: (62) 470-101
E-mail: kiado@mozaik.info.hu • Honlap: www.mozaik.info.hu • Felelős kiadó: Török Zoltán
Készült az Innovariant Kft.-ben, Szegeden • Felelős vezető: Drágán György
Terjedelem: 9,49 (A/5) ív • 2022. június • Tömeg: 198 g • Raktári szám: MS-2668

ISBN 978 963 697 442 8
© MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2004



Nézem a lámpát

Nézem a lámpám. Villamos lámpa.
Fűti egy titkos, rejtett erő.
Tompa árnyékból csillogó élet lesz,
Ahogy belőle fény tör elő.

Nézzétek, milyen megfoghatatlan,
Csupa titok, csupa hatalom
S mégis, fényével akkor pompázhat csak,
Mikor én, az Ember, akarom!

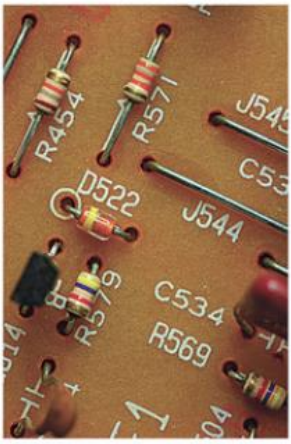
József Attila

TARTALOM



I. ELEKTROMOS ALAPJELENSÉGEK. ÁRAMERŐSSÉG, FESZÜLTSÉG

Emlékeztető 10
1. Az anyag részecskéinek szerkezete 11
2. A testek elektromos állapota 12
3. Az elektromos áram. Az áramerősség 15
4. Az elektromos áramkör 22
5. A fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolása 26
6. Az elektromos feszültség 28
Keresd a megoldást! 32
Összefoglalás 34



II. AZ ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS. AZ EGYENÁRAM HATÁSAI

1. Az elektromos ellenállás. Ohm törvénye 36
2. A vezetékek elektromos ellenállása 40
3. Több fogyasztó az áramkörben 42
4. Az egyenáram hatásai 46
5. Az elektromos munka és teljesítmény kiszámítása 51
Keresd a megoldást! 56
Összefoglalás 58





III. AZ ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ. A VÁLTAKOZÓ ÁRAM



1. Az elektromágneses indukció 60
2. A váltakozó áram 63
3. A transzformátor 68
4. Az elektromos távvezetékrendszer 71
5. Az elektromos áram hatásainak néhány gyakorlati alkalmazása 73

Keresd a megoldást! 78

Összefoglalás 80

IV. FÉNYTAN



1. A fény tulajdonságai 82
2. Fényvisszaverődés síktükörről 85
3. Fényvisszaverődés gömbtükörről 87
4. A fénytörés 90
5. Fénytani lencsék 92
6. Optikai eszközök 94
7. A színek 97

Keresd a megoldást! 99

Összefoglalás 101

AZ ÚJ SZAKSZAVAK JEGYZÉKE 102

IDŐTÉRKÉP 104





A TANKÖNYV HASZNÁLATÁT SEGÍTŐ JELZÉSEK

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

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

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

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

Az oldalszámmal és az adott oldali sorszámmal (pl. *10.1.*) jelzett ábrák a szövegben leírtak könnyebb és jobb megértését segítik elő.

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

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

A *Figyeld meg!* cím után olyan gondolatokat találsz, amelyek nem tartoznak közvetlenül a tananyag logikai rendjébe, de fontos kiegészítői, értelmezői, elmélyítői annak.

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

Az *Oldjunk meg feladatokat!* című részben olyan kidolgozott példákat találsz, amelyek segítik az önálló feladatmegoldást.

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

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

A zöld fenyővel és a zöld sávval jelölt rész környezetvédelemmel kapcsolatos ismereteket tartalmaz.

Kedves Tanulók!

Életünk ma már elképzelhetetlen elektromos eszközök használata nélkül. Minden nap világítunk, melegítünk, rádiózunk, tévét nézünk, dolgozunk vagy játszunk számítógéppel, villanymotorokat működtetünk és még sokféleképpen kerülünk kapcsolatba az elektromossággal. Ez az egyik oka annak, hogy mindenkinek ismernie kell az elektromosság legfontosabb tulajdonságait, jellemzőit, illetve hasznos, káros és veszélyes hatásait az emberi életre.

A lakások és üzemek számára szükséges elektromos energiát óriási áramfejlesztők biztosítják. Ezek üzemeltetése szén, gáz, olaj elégetésével, folyók duzzasztásával, atommagok átalakításával, a szél és a napsugárzás felhasználásával történik. Nem mindegy azonban, hogy az elektromos áram fejlesztése közben milyen mértékben károsodik a környezetünk. Az elektromos energiával való takarékoskodás az egyik legjobb védekezés a környezet károsítása ellen. Ezért ne működtessük feleslegesen az elektromos berendezéseket!

A 8. osztályos tananyag másik nagy fejezete a fénytan, mellyel az élet minden pillanatában találkozunk.

A fény különféle kölcsönhatásai teszik lehetővé, hogy növények, állatok, emberek élhessenek a földön. A fény kölcsönhatásai alapján tudjuk megérteni, megmagyarázni a látást, valamint az optikai eszközök működését a visszapillantó tükörtől a videózásig.

Fizikaórákon tehát ebben a tanévben is olyan ismeretekhez juthatunk, amelyek a mindennapi életünkhöz nélkülözhetetlen segítséget adnak.

A fizika értelmes és eredményes tanulásához örömteli munkát kívánnak

a tankönyv írói.

I. fejezet

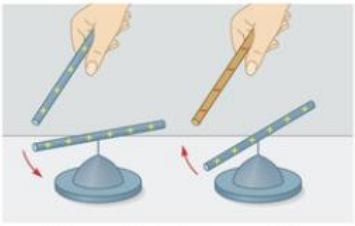


ELEKTROMOS ALAPJELENSÉGEK, ÁRAMERŐSSÉG, FESZÜLTSÉG

Emlékeztető



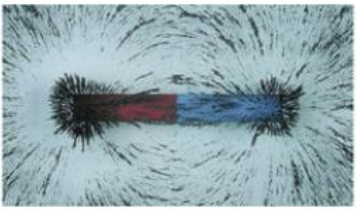
10.1. Szoros érintkezés közben a szőrme és a műanyag rúd ellentétes elektromos állapotú lesz.



10.2. *Miben nyilvánul meg az elektromos kölcsönhatás?*



10.3. Az elektromos mező a fémgyűrűvel kölcsönhatásban van.



10.4. *Hol a legerősebb a mágnesrúd mágneses mezője?*

ELEKTROMOS JELENSÉGEK

A különféle anyagú testek szoros érintkezéssel elektromos állapotba hozhatók.

A testek elektromos állapota kétféle lehet. Az egyiket **pozitív,** a másikat **negatív elektromos állapotnak** nevezzük, és +, illetve – jellel különböztetjük meg.

Az elektromos állapotban levő testeknek sajátos környezetük van, amelyet **elektromos mezőnek** nevezünk.

Bármilyen anyagú test és az elektromos mező között **elektromos kölcsönhatás** jöhet létre.

A megegyező elektromos állapotú testek között **taszítás,** az ellentétes elektromos állapotúak között pedig **vonzás** van. Ezeket az erőhatásokat az elektromos mező közvetíti. Az elektromos állapotú test mezője a semleges testre mindig vonzó hatást fejt ki.

Az elektromos mezőnek energiája van, tehát képes munkát végezni.

MÁGNESES JELENSÉGEK

Az állandó mágneseknek kölcsönhatásra képes sajátos környezetük van, amelyet **mágneses mezőnek** nevezünk.

A mágnesrúd két vége közelében a legerősebb a mágneses mező. A mágnesnek ezen a részén van a **mágneses pólus** (É; D).

A mágneses kölcsönhatás vonzásban vagy taszításban nyilvánul meg, amelyet közvetlenül a mágneses mező fejt ki. Két mágnes különböző pólusú (É–D) végei között vonzást, megegyező (É–É; D–D) végei között pedig taszítást tapasztalunk. A mágnes bármely pólusa és a vas közötti kölcsönhatás mindig vonzásban nyilvánul meg.

A mágnesrúd pólusától távolodva a mágneses hatás gyengül. A mágnesrúd mágneses mezője tehát nem egyenlő erősségű minden pontjában. Ez azt jelenti, hogy a mágneses erő nagysága és iránya ugyanarra a testre a mező más-más pontjában különböző lehet.

1. Az anyag részecskéinek szerkezete

Minden test részecskékből: **atomokból** vagy több atomból álló **molekulákból** épül fel. Az atomok is összetettek, bennük **elektronok, protonok és neutronok** vannak.

A protonok és a neutronok alkotják az **atommagot**, az elektronok pedig az atommag körül mozogva „elektronfelhőt" képeznek.

A neutron elektromos szempontból semleges. Az elektron negatív, a proton pozitív elektromos tulajdonságú, töltésük egyenlő nagyságú.

Az atomokban egyenlő számú proton és elektron van, **az atom elektromos szempontból semleges.**

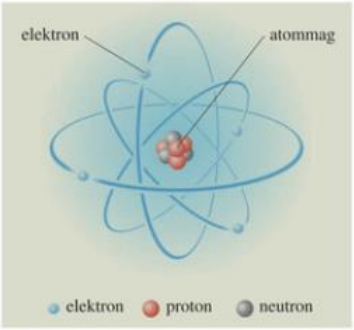
Az atomok és molekulák elektronjainak száma külső hatásra megváltozhat (például az atom elektront adhat le vagy vehet fel). Azokat a részecskéket, amelyekben a protonok és elektronok száma különbözik, **ionoknak** nevezzük. A pozitív ionoknak elektronhiánya, a negatív ionoknak elektrontöbblete van.

Az a test, amely semleges atomokból vagy molekulákból épül fel, maga is elektromosan semleges. Ilyenek például a műanyagból, üvegből készült testek.

A fémek is semlegesek, de szerkezetük ettől eltérő. Bennük az elektronok egy része a helyhez kötött pozitív részecskék között szabadon, egyenletes eloszlásban, rendezetlenül mozog. Az ilyen elektronokat szabad elektronoknak nevezzük.

Mivel a különböző anyagok atomjait ugyanolyan elemi részecskék alkotják, az eltérő anyagi tulajdonságokat az atom szerkezetének, felépítésének különbözősége okozza.

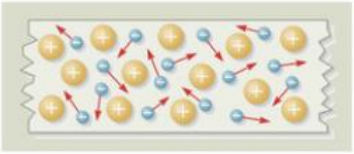
Az *atom* görög eredetű szó, jelentése: oszthatatlan, parány.



11.1. Jelenségek értelmezésekor gyakran használunk modelleket. A legegyszerűbb atommodell szerint az atommag körül az elektronok körpályán keringve elektronfelhőt alkotnak.

3D

Idézd fel a kémiai tanulmányaid alapján, hogy milyen atommodelleket alkottak a tudósok az anyag szerkezetének vizsgálata során!



11.2. A fémek szerkezetének modellje

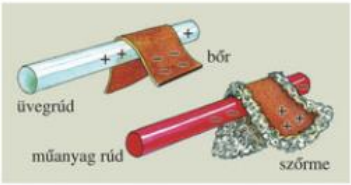
ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Miből épülnek fel a testek?
2. Milyen részecskék alkotják az atomokat? Mit tudsz ezek elektromos tulajdonságáról?
3. Miért semleges elektromos szempontból az atom és a molekula?
4. Mit nevezünk ionnak? Milyen ionokat ismersz, mit tudsz ezekről?
5. Mit tudsz a fémek szerkezetéről?
6. Mit tudsz a műanyagok szerkezetéről?

2. A testek elektromos állapota



12.1. Szoros érintkezés közben a különféle anyagú testek elektromos állapotba kerülnek.



12.2. Az üveg, ha bőrrel dörzsöljük, pozitív, a műanyag, ha szőrmével dörzsöljük, negatív eletromos állapotba kerül.



12.3. Az elektroszkóp mutatója elektromos állapotban kitér.



12.4. *Miért kerül elektromos állapotba a semleges elektroszkóp, ha elektromos állapotú testet közelítünk hozzá?*

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

Ha egy műanyag rudat gyapjúval megdörzsölünk, azok szorosan érintkeznek. Ilyenkor a gyapjúról elektronok kerülnek át a műanyag rúdra. Így a rúdban több lesz az elektron, mint a proton. Ugyanakkor a gyapjúban a protonok maradnak többségben. Ezért a műanyag rúd negatív, a gyapjú pozitív elektromos állapotú lesz.

Ha egy elektromosan semleges testben megváltozik az elektronok száma, akkor a test elektromos állapotba kerül.
A negatív elektromos állapotú testben elektrontöbblet, a pozitív elektromos állapotú testben elektronhiány (protontöbblet) van. Ezért van környezetükben elektromos mező.

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

Ha a semleges elektroszkóp tányérjához megdörzsölt műanyag rudat érintünk, a rúdról elektronok vándorolnak át az elektroszkópra. Ilyenkor a fémállvány és a mutató is negatív elektromos állapotú lesz. A közöttük fellépő taszító hatás miatt a mutató elfordul, kitérése az elektroszkóp és a vele érintkező test elektromos állapotát jelzi.

Ha pozitív elektromos állapotú testtel érintjük meg a semleges elektroszkópot, akkor az elektroszkópról vándorolnak át elektronok a testre. Ilyenkor az elektroszkóp a protontöbblet miatt pozitív elektromos állapotú lesz.

AZ ELEKTROMOS MEGOSZTÁS (KIEGÉSZÍTŐ ANYAG)

Az elektroszkóp mutatója akkor is elektromos állapotot jelez, ha a megdörzsölt műanyag rudat csak közelítjük a tányérjához. Ilyenkor a rúd elektromos mezője taszító hatást fejt ki az elektroszkóp szabad elektronjaira, azok egy részét távolabbra taszítja. A tányér tehát pozitív, a fémtartó és a mutató negatív elektromos állapotú lesz.

Eltávolítva a műanyag rudat az elektroszkóp közeléből a mutató kitérése megszűnik. Ez jelzi, hogy az elektroszkópban a szabad elektronok eloszlása ismét egyenletes lett.

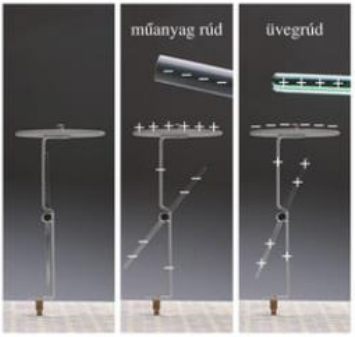
A külső elektromos mező megszünteti az eredetileg semleges fémtestben az elektronok egyenletes eloszlását. Ezt a jelenséget **elektromos megosztásnak** nevezzük.

Az elektromos megosztás során a fémtestben tehát nem változik meg az elektronok száma, csak térbeli eloszlása.

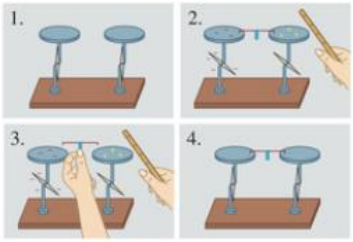
Megosztáskor az elektronok egyenlőtlen eloszlását a következő kísérlettel is igazolhatjuk. Ha összekötünk két semleges elektroszkópot műanyag nyelű fémpálcával, és az egyikhez megdörzsölt műanyag rúddal közelítünk, mindkét elektroszkóp mutatója kitér. Ilyenkor a rúdhoz közelebbi elektroszkópról a szabad elektronok egy része a fémpálcán keresztül a távolabbira jut. Ezért a közelebbi elektroszkóp pozitív, a távolabbi negatív elektromos állapotú lesz.

Ha a megdörzsölt műanyag rúd eltávolítása nélkül leemeljük az összekötő fémpálcát, az elektroszkópok megtartják elektromos állapotukat. Ilyenkor a távolabbi elektroszkópon elektrontöbblet, a közelebbin pedig protontöbblet van. Ez kimutatható, ha megdörzsölt műanyag rúddal közelítünk hozzájuk.

Ezután – eltávolítva a megdörzsölt műanyag rudat és visszahelyezve a fémpálcát – azt tapasztalhatjuk, hogy mindkét elektroszkóp mutatója visszatér eredeti helyzetébe, azaz visszaáll az eredeti semleges állapot.



13.1. Az elektromos megosztás bemutatása elektroszkóppal



13.2. Az elektromos megosztás

AZ ELEKTROMOS TÖLTÉS

Ha negatív elektromos állapotú rúddal többször megérintjük az elektroszkópot, annak mutatója egyre jobban kitér. Ez azt jelzi, hogy az elektroszkópra egyre több elektron került.

A testeken nemcsak az elektrontöbblet, hanem az elektronhiány is lehet különböző mértékű. A testek elektromos állapotát célszerű egy mennyiséggel, az **elektromos töltéssel** jellemezni.

Az elektromos töltés jele: Q.

Mértékegysége: coulomb (ejtsd: kulomb), jele: C.

6,24 trillió elektron együttes töltése 1 C.

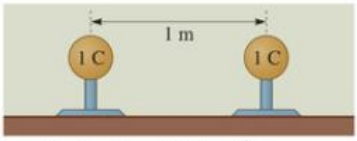
Az elektromos töltés mértékegységének azért nem egyetlen elektron töltését választották, mert az rendkívül kicsi mennyiség. 1 C töltésből a Földön élő mintegy 6000 millió ember mindegyikére több mint 1000 millió elektron jutna.



13.3. *Charles Augustin de Coulomb (1736–1806).* Az elektromos töltés mértékegységét Coulomb francia fizikusról nevezték el.

6,24 trillió = 6 240 000 000 000 000 000 = $6{,}24 \cdot 10^{18}$

3D



14.1. $F = 9$ milliárd N ($9 \cdot 10^9$ N)

A testek elektromos állapotának vizsgálatakor, amikor az elektromos töltés fogalmát bevezették, még nem „fedezték fel" az elektront. Ezért az elektromos állapotú test töltésének nagyságára a testet körülvevő elektromos mező erőhatásából következtettek. Két, egymástól 1 méterre levő 1–1 C töltésű test közötti elektromos erőhatás nagysága 9 milliárd N ($9 \cdot 10^9$ N) lenne.

OLVASD EL!

Charles Augustin de Coulomb (1736–1806) francia hadmérnök volt. A Párizsban folytatott matematikai és fizikai tanulmányainak befejeztével katonai pályára lépett. Szolgálatának ellátása mellett már ekkor foglalkozott tudományos munkával.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Hányféle lehet a testek elektromos állapota?
2. Milyen elektromos állapotú testek között tapasztalunk vonzást, illetve taszítást?
3. Nevezd meg az atom alkotórészeit!
4. Jellemezd az elektron és a proton elektromos tulajdonságát!
5. Hogyan hozható egy test elektromos állapotba?
6. Mikor mondjuk egy testről, hogy elektromosan semleges?
7. Mikor van egy test negatív elektromos állapotban?
8. Mikor van egy test pozitív elektromos állapotban?
9. Hogyan „működik" az elektroszkóp?
10. Milyen mennyiséggel jellemezzük a testek elektromos állapotát?
11. Mikor nagyobb egy test elektromos töltése?
12. Mi az elektromos töltés jele és mértékegysége?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A száraz papírral megdörzsölt műanyag vonalzó az apró papírszeletkéket magához vonzza. Magyarázd meg a jelenséget!
2. A gyapjúval megdörzsölt műanyag rúd negatív, a bőrrel dörzsölt üvegrúd pozitív elektromos állapotú. Értelmezd a jelenséget!
3. Egy semleges elektroszkópot szőrmével megdörzsölt műanyag rúddal érintünk meg. Mi történik az elektroszkóppal? Mit jelez az elektroszkóp, ha ezután a szőrmét érintjük hozzá? Indokolj!
4. Pozitív elektromos állapotú elektroszkópot fémrúddal érintünk meg. Mit jelez az elektroszkóp? Melyik testről hova vándorolnak át elektronok?
5. Mit tapasztalsz, ha frissen mosott, száraz hajadat műanyag fésűvel fésülöd? Milyen elektromos állapotú lesz a hajad?
6. Elektromos töltéssel rendelkező elektroszkóp mellett egy műanyag rudat és egy üvegrudat, valamint egy papírlapot és gyapjúszövetet találsz. Hogyan állapítanád meg, hogy milyen töltése van az elektroszkópnak?

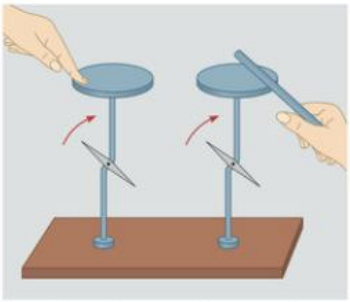
3. Az elektromos áram. Az áramerősség

Elektromos kísérleteket csak zsebteleppel végezz!
Hálózati áramforrással kísérletezned életveszélyes, és ezért tilos!

VEZETŐ- ÉS SZIGETELŐANYAGOK

Ha egy elektromos állapotú elektroszkópot kezünkkel megérintünk, a mutató kitérése megszűnik. Az elektroszkóp elveszíti töltését. Ugyanez történik, ha az elektroszkóp tányérját fémpálcával érintjük meg. Ilyenkor az elektrontöbbletet elvezetjük, vagy a hiányzó elektronokat rávezetjük az elektroszkópra. Az elektronok az emberi testen, illetve a fémpálcán keresztül elmozdulhatnak.

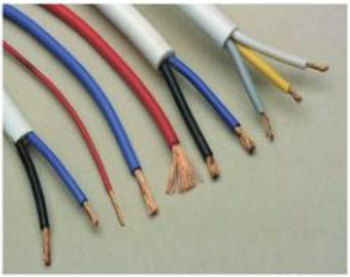
Ha a feltöltött elektroszkópot üvegpálcával vagy műanyag rúddal érintjük meg, az elektroszkóp nem veszíti el elektromos töltését.



15.1. *Mi történik az elektromos állapotú elektroszkóppal, ha vezetővel megérintjük?*

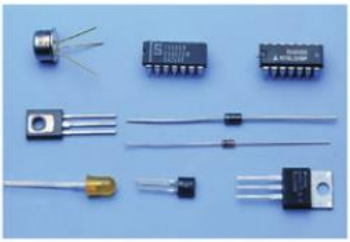
Az anyagokat elektromos vezetés szempontjából két nagy csoportra osztjuk: **elektromos vezetőkre** és **szigetelőkre.**

Az elektromos vezetőkben könnyebben mozdulhatnak el az elektromos tulajdonságú részecskék, mint a szigetelőkben. Vezetők például a fémek, a szén, a csapvíz, az emberi test. Elektromos szempontból jó szigetelő például az üveg, a műanyag, a desztillált víz. Az elektromos vezetékeket a balesetveszély miatt szigetelő burkolattal látják el. Az elektromos eszközök kapcsolóját és fogantyúját is szigetelőanyagból készítik. Vannak anyagok, melyek sem szigetelőnek, sem vezetőnek nem használhatók. Ilyen például a száraz fa és a papír.



15.2. Egyszeresen és kétszeresen szigetelt vezetékek. VIGYÁZZ! A hibás szigetelés életveszélyes!

Az anyagok egy más csoportja bizonyos feltételekkel szigetelőként, más feltételek mellett vezetőként viselkedik. Ezeket az anyagokat **félvezetőknek** nevezik.



15.3. A félvezető anyagokat diódák, tranzisztorok, integrált áramkörök (IC) készítésénél is felhasználják.

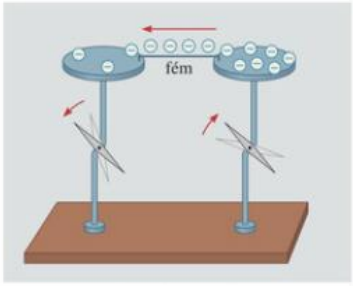
Ha az a célunk, hogy egy test elektromos állapota megszűnjön, akkor egy vezetőt kapcsolunk a test és a Föld közé. Ezt az eljárást **földelés**nek nevezzük. Ilyenkor például a többletelektronok a vezetőn át a Földbe vándorolnak, és így a test semleges lesz. A földelésnek balesetvédelmi szempontból nagy jelentősége van, ezért földelik az elektromos eszközök többségét. A **villámhárító** is ilyen elven működik.

3D

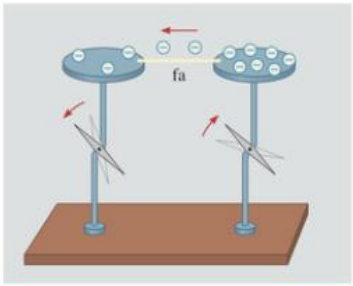




16.1. *Mi a feladata a trolik hátuljához kapcsolt, földön csúszó láncnak?*



16.2. Az elektroszkópokat összekötő vezetőn elektronok áramolhatnak.



16.3. *Mit tapasztalunk, ha fém helyett fapálcával kötjük össze az elektroszkópot?*

$$\frac{Q_1 > Q_2}{t_1 = t_2} \qquad \frac{Q_1 = Q_2}{t_1 < t_2}$$
$$I_1 > I_2 \qquad I_1 > I_2$$

AZ ELEKTROMOS ÁRAM

Ha egy elektromos állapotban levő és egy semleges elektroszkópot vezetővel kötünk össze, akkor a semleges elektroszkóp is elektromos állapotba kerül. Ez csak úgy lehet, ha az elektromos mező a vezetőn elektronokat áramoltat át.

Fémekben a szabad elektronok az elektromos mező hatására egy irányba mozdulnak el.

Az elektromos tulajdonságú részecskék egyirányú, rendezett mozgását elektromos áramnak nevezzük.

Fémekben a szabad elektronok, folyadékokban az ionok, gázokban az elektronok és ionok rendezett mozgása, áramlása az elektromos áram.

Amikor a két elektroszkópot fémpálca helyett fapálcával kötjük össze, az elektronok áramlása sokkal hosszabb ideig tart. Ugyanannyi elektron a fapálcán hosszabb idő alatt jut át, mint a fémpálcán. Az elektromos áram tehát a fapálcán és a fémpálcán különböző erősségű lehet.

Azt a mennyiséget, amellyel az elektromos áram erősségét jellemezzük, **áramerősségnek** nevezzük.

Az áramerősség jele: *I*.

Akkor nagyobb az áramerősség, ha a vezető keresztmetszetén

- **ugyanannyi idő alatt több az átáramlott részecskék együttes töltése, vagy**
- **ugyanannyi össztöltésű részecske kevesebb idő alatt áramlik át.**

Az áramerősséget az átáramlott elektromos tulajdonságú részecskék együttes töltésének és az átáramláshoz szükséges időnek a hányadosaként számíthatjuk ki.

$$I = \frac{Q}{t}$$

áramerősség = $\frac{\text{átáramlott töltés}}{\text{átáramlási idő}}$.

$$1\,\text{A} = \frac{1\,\text{C}}{1\,\text{s}} = 1\frac{\text{C}}{\text{s}}$$

Az áramerősség megmutatja, hogy mekkora a vezető keresztmetszetén egy másodperc alatt átáramlott elektromos tulajdonságú részecskék együttes töltése.

Az áramerősség mértékegysége a $\frac{\text{coulomb}}{\text{másodperc}}$, amit ampernek nevezünk.

Az amper jele: A.

Az áram erőssége például akkor 1 amper, ha másodpercenként 1 coulomb a vezető keresztmetszetén átáramló részecskék együttes töltése.

Az áramerősség megadására a milliamper (mA), illetve kiloamper (kA) mértékegységeket is használjuk a gyakorlati életben:

1 A = 1000 mA,
1 kA = 1000 A.

Az elektromos áram azért balesetveszélyes, mert az emberi test is jó vezető. A szíven áthaladó 1 mA-es áram már halált okozhat!

Egységnyi az áramerősség, ha:

Q	t	I
1 C	1 s	1A
2 C	2 s	
0,5 C	0,5 s	
10 C	10 s	

Jellemző áramerősség-értékek:

FOGYASZTÓK	ÁRAM-ERŐSSÉG
telefon	0,01 A
zseblámpa	0,2 A
izzólámpa	0,1– 0,6 A
vasaló	2 A
mikrohullámú sütő	10 A
villamos	50 A
elektromos angolna	100 A
villanymozdony	2000 A
olvasztókemence	15 000 A
villám	100 000 A

OLVASD EL!

André Marie Ampère (1775–1836) (ejtsd: amper) francia fizikus, kémikus és matematikus. Apja jómódú kereskedő volt, aki nagy gonddal nevelte és neveltette fiát. Ampère különösen nagy érdeklődést mutatott a természettudományok iránt. Azért, hogy megértse a latin nyelven kiadott szakkönyveket, önszorgalomból megtanult latinul is.

Fizikai kutatásainak eredményei főként az elektromosságtanhoz fűződnek. Ő volt az első, aki az elektromos áram fogalmát mint a „vezetőben mozgó elektromosságot" világosan meghatározta, ezért róla nevezték el az elektromos áramerősség mértékegységét.



17.1. *André Marie Ampère (1775–1836).* Az áramerősség mértékegységét Ampère francia fizikusról nevezték el.



18.1. A villám óriási elektromos szikrakisülés.



18.2. A villámhárító is földelés. A fémcsúcs magához „vonzza", a vezeték a földbe vezeti a villámot.



18.3. *Benjamin Franklin (1706–1790)* amerikai kutató, a villámhárító feltalálója

ELEKTROMOS SZIKRAKISÜLÉSEK

Amikor műszálas ruhát veszünk le vagy száraz hajunkat műanyag fésűvel fésüljük, gyakran pattogó hangot hallunk, sötétben apró szikrákat észlelünk. Ilyenkor a dörzsölés következtében különböző elektromos állapotba került testek között szikrakisülés keletkezik, ennek során a testek újra semleges állapotba kerülnek.

Zivatar idején a szél olyan nagy sebességgel sodorja a felhőket, hogy a bennük levő vízcseppecskék szétporladnak és eközben elektromosan feltöltődnek. A köztük levő levegő megakadályozza a vízcseppek újraegyesülését, ezért a felhő különböző részei különböző elektromos töltésűek lesznek.

Amikor a különböző töltésű felhők szélein levő töltésfelhalmozódás elér egy határértéket, a két felhő között elektromos kisülés jön létre. Ez a jelenség a villámlás. Az elektromos szikrakisülés is áram, amelyet hő-, hang- és fényjelenség kísér.

Villámlás létrejöhet két különböző töltésű felhő vagy a felhő és a föld – leggyakrabban a környezetéből kiemelkedő hegyes tárgy – között. A villám leggyakrabban cikcakkos, néha egyenes, legritkábban gömb alakú. Egy-egy villám több szikrából tevődik össze, melyek hossza akár 10–15 km is lehet.

A mennydörgés onnan származik, hogy a szikra mentén a levegő hirtelen felmelegszik, kitágul, s az ebből származó lökésszerű erős nyomás hanghullámokat hoz létre. Mivel a fény terjedési sebessége sokkal nagyobb, mint a hangé, a csattanást a távoli villámlás észlelése után jóval később halljuk.

A villámcsapás ellen ún. villámhárítóval védekeznek. Ez egy hegyes fémrúd, melyet az épületek kimagasló részeire szerelnek, és fémvezetékkel összekötik a Földdel. Neve ellenére a villámhárító valójában nem hárítja el a villámot, hanem a talajba vezetve hatástalanítja azt.

A villámhárítót **Benjamin Franklin** (ejtsd: frenklin) alkalmazta először 1753-ban. Franklin sokoldalú amerikai természettudós, államférfi és író volt. Fizikusként elsősorban az elektromos töltések természetével foglalkozott. Mivel akkoriban még nem voltak zsebtelepek, elemek, kísérleteihez az elektromos töltéseket a viharfelhőkből gyűjtötte a magasba felröptetett ún. „elektromos sárkánnyal". Ezen kísérleteivel igazolta, hogy a villám is elektromos jelenség, és innen ered a villámhárító ötlete is.

Idősebb korában felhagyott a kutatással, és a politikai élet felé fordult. 1776-ban részt vett az amerikai Függetlenségi Nyilatkozat megfogalmazásában, majd hazája párizsi nagykövete lett.

FIGYELD MEG!

1. Sokszor hosszadalmas „az elektromos tulajdonságú részecskék rendezett mozgásáról" beszélni, ezért a köznyelvben így mondjuk: „a töltések áramlanak", vagy „áram halad", esetleg „áram folyik".
Az „átáramlott elektromos tulajdonságú részecskék együttes töltése" kifejezés helyett gyakran a rövidebb „átáramlott töltés" kifejezést használjuk.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen anyagokat nevezünk elektromos szempontból
a) vezetőnek;
b) szigetelőnek?

2. Sorolj fel anyagokat, amelyek elektromos szempontból
a) jó vezetők;
b) jó szigetelők!

3. Mi az elektromos áram?

4. Milyen részecskék egyirányú áramlása az elektromos áram fémes vezetőben?

5. Mit mutat meg az áramerősség?

6. Hogyan számítjuk ki az áramerősséget?

7. Mi az áramerősség jele és mértékegysége?

8. Mikor 1 A az áram erőssége? Mondj példát!

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Csoportosítsd a felsorolt anyagokat elektromos vezető vagy szigetelő tulajdonságuk szerint! Bővítsd más anyagokkal a két csoportot!
alumínium, sárgaréz, acél, tölgyfa, pamut, konyhasóoldat, porcelán

2. Két egyforma elektroszkópot fémpálcával kötünk össze.
Melyik esetben áramlanak elektronok a pálcán?
a) Mindkét elektroszkóp semleges.
b) Az egyik elektroszkóp semleges, a másik elektromos állapotban van.
c) Mindkét elektroszkópnak ugyanannyi pozitív töltése van.
d) Mindkét elektroszkóp töltése azonos nagyságú, de különböző előjelű.
Mi a feltétele annak, hogy elektronok haladjanak át a fémpálcán?

3. Miért nem marad elektromos állapotban a kezünkben tartott megdörzsölt fémrúd?

4. Mit jelent az, hogy egy vezetőben 2 A az áram erőssége?

5. Hasonlítsd össze az áramerősségeket!

a) $Q_1 > Q_2$, $t_1 = t_2$, $I_1 \quad I_2$

b) $Q_1 = Q_2$, $t_1 < t_2$, $I_1 \quad I_2$

c) $Q_1 = Q_2$, $t_1 = t_2$, $I_1 \quad I_2$

d) $Q_1 \leq Q_2$, $t_1 \geq t_2$, $I_1 \quad I_2$

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Mekkora az áram erőssége, ha a vezetőn 5 másodperc alatt 15 C töltés áramlik át?

$Q = 15\,\text{C}$
$t = 5\,\text{s}$
$I = ?$

Következtetéssel: 5 s alatt 15 C

$1\,\text{s alatt } \frac{15\,\text{C}}{5} = 3\,\text{C}$

$I = \frac{3\,\text{C}}{1\,\text{s}} = \mathbf{3\,A}$

Képlettel: $I = \frac{Q}{t} = \frac{15\text{C}}{5\text{s}} = 3\frac{\text{C}}{\text{s}} = \mathbf{3\,A}$

2. Mennyi töltés áramlik át 1 perc alatt azon a vezetőn, amelyben az áram erőssége 2 A?

$I = 2\,\text{A}$
$t = 1\,\text{min} = 60\,\text{s}$
$Q = ?$

Következtetéssel:

2 A esetén 1 s alatt 2 C

60 s alatt $60 \cdot 2\,\text{C} = 120\,\text{C}$

$Q = \mathbf{120\,C}$

Képlettel:

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = I \cdot t = 2\,\text{A} \cdot 60\,\text{s} = 2\frac{\text{C}}{\text{s}} \cdot 60\,\text{s} = 120\frac{\text{C}}{\text{s}} \cdot \text{s} = \mathbf{120\,C}$$

3. Mennyi idő alatt áramlik át 250 C együttes töltésű részecske azon a vezetőn, amelyben 5 A az áram erőssége?

$Q = 250\,\text{C}$
$I = 5\,\text{A}$
$t = ?$

Következtetéssel:

5 A esetén 5 C 1 s alatt

250 C $\frac{250}{5}\text{s} = 50\,\text{s}$ alatt

$t = \mathbf{50\,s}$

Képlettel: $I = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{250\,\text{C}}{5\frac{\text{C}}{\text{s}}} = 50\,\text{C} \cdot \frac{\text{s}}{\text{C}} = \mathbf{50\,s}$

SZÁMÍTSD KI!

1. Mekkora az áram erőssége abban a vezetőben, amelynek keresztmetszetén 20 C töltés 4 másodperc alatt áramlik át?
2. Számítsd ki az áramerősséget, ha a vezető keresztmetszetén 5 perc alatt 600 C töltés áramlott át!
3. Hány mA-es az áram a zsebizzón, ha 10 perc alatt 180 C az átáramlott töltés?
4. Számítsd ki a hiányzó adatokat!

Q	t	I (A)	I (mA)
35 C	700 s		
5,4 C	30 min		
144 C	2 h		
10 C	200 s		
225 C	25 s		
36 C	9 min		

5. Egyik vezetőn 500 C töltés 250 másodperc alatt, egy másikon 720 C töltés 6 perc alatt áramlik át. Melyik vezetőben nagyobb az áram erőssége?
6. Mikor kisebb az áram erőssége: ha 150 C töltés 60 másodperc alatt, vagy 450 C töltés 2,5 perc alatt áramlik át a vezető keresztmetszetén?
7. A vezetőben 25 mA-es erősségű áram folyik. Mekkora az 1 óra alatt átáramló elektronok együttes töltése?
8. Egy vezetékben 5 A az áram erőssége. Mennyi idő alatt halad át a vezetéken 100 C töltés?

4. Az elektromos áramkör





22.1. *Miért világít folyamatosan a ködfénylámpa, ha elektromos hálózatra kapcsoljuk?*

A megdörzsölt műanyag rúd mentén mozgatott ködfénylámpa néhányszor felvillan. Ahhoz, hogy újra villogjon, a műanyag rúd dörzsölésével újra elektromos mezőt kell biztosítani. Az elektromos hálózatra kapcsolt ködfénylámpa viszont tartósan világít.

Az elektromos hálózat, a kerékpár generátora, a zsebtelep, az akkumulátor olyan berendezés, amely az elektromos áramot hosszú ideig képes fenntartani.

Azokat a berendezéseket, amelyek tartósan képesek elektromos áramot fenntartani, áramforrásoknak nevezzük.

A zseblámpák, a zsebszámológépek, a kvarcórák egyszerű áramforrásokkal működnek.

Egyszerű áramforrások például a különféle elemek és az akkumulátorok. Ezek működése kémiai kölcsönhatáson alapul.



22.2. Az elemek használatakor vegyük figyelembe a kivezetések jelzéseit.

A kénsav vizes oldatába merített réz- és cinklemezhez kapcsolt zsebizzó tartósan világít. Az így összeállított berendezés tehát áramforrás, amelyet **Volta-elemnek** nevezünk.

A zsebtelepben lévő elemek cinkhengerében zselésített szalmiáksó-oldat és szénrúd van. Kémiai kölcsönhatás közben a szénrúdban elektronhiány, a cinkhengerben elektrontöbblet alakul ki. Emiatt jön létre tartós elektromos mező, tehát ez a berendezés is áramforrás.

3D

A *pólus* görög szó, jelentése: sark.

Az elemeknek, akkumulátoroknak az a kivezetése, amelyen elektrontöbblet van: a **negatív pólus,** a másik kivezetésén elektronhiány van, ez a **pozitív pólus.**



22.3. *Miért használunk elektromos fogyasztókat a háztartásban?*

Az elektromos eszközök többsége nem elemekkel, akkumulátorokkal, hanem hálózati áramforrással működik. Ezek az eszközök is melegítenek, világítanak, munkát végeznek. Működés közben elektromos áram halad át pl. az izzólámpa izzószálán, a vasaló fűtőszálán és a porszívó motorján. Az elektromos árammal tehát sokféle változás hozható létre.

Azokat a berendezéseket, amelyekben az elektromos áram áthaladásakor céljainknak megfelelő változások jönnek létre, elektromos fogyasztóknak nevezzük.

A fogyasztókat úgy tudjuk működtetni, ha kivezetéseiket vezetékkel az áramforrás két pólusához csatlakoztatjuk.

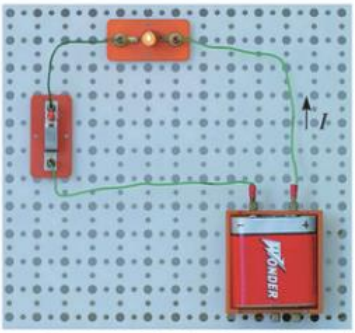
A vezetékkel összekapcsolt áramforrás és fogyasztó **áramkört** alkot. **Tartós elektromos áram csak zárt áramkörben jöhet létre.** Az áramkör nyitása, zárása legtöbbször **kapcsolóval** történik.

Fizikatörténeti okokból úgy tekintjük, hogy zárt áramkörben az elektromos áram az áramforrás pozitív pólusától a vezetékeken és a fogyasztón át a negatív pólusa felé folyik. Ezt **technikai áramiránynak** nevezzük.

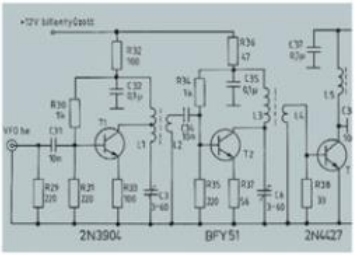
Ma már azonban tudjuk, hogy a vezetékekben a negatív töltésű elektronok képesek elmozdulni, és azok az áramforrás negatív pólusa felől a pozitív irányába mozognak. Ez a **fizikai áramirány.**

Az olyan elektromos áramot, amelynek iránya állandó, **egyenáramnak** szokás nevezni.

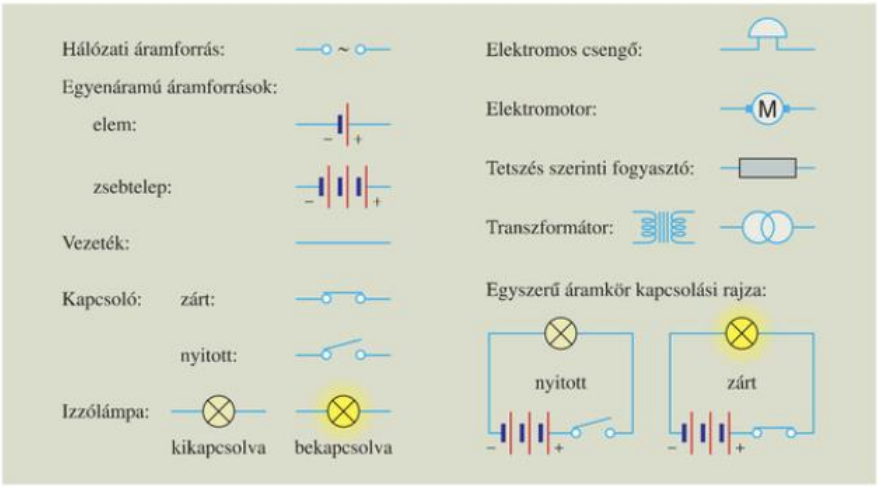
Az elektromos berendezésekben – például a televízióban vagy a számítógépben – sok áramköri elem van. Az ilyen berendezések tervezése, szerelése, javítása kapcsolási rajzuk alapján történik. Minden áramköri elemnek külön kapcsolási jele van. Ezek segítségével készül el a kapcsolási rajz.



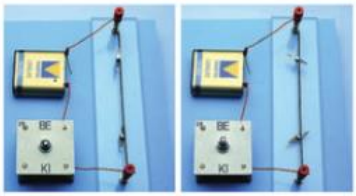
23.1. *Merre mozdulnak el az elektronok az áramkörben a kapcsoló zárásakor?*



23.2. Kapcsolási rajzokon megállapodás szerinti jelöléseket alkalmazunk.

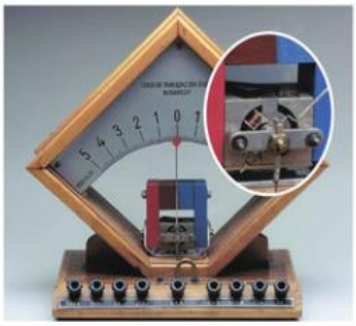


23.3. Néhány áramköri elem kapcsolási jele



24.1. *Miért fordul el az áramjárta vezető környezetében levő iránytű?*

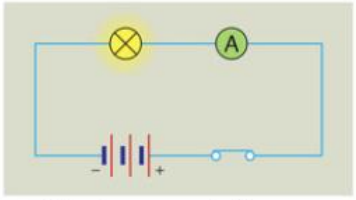
Az ampermérő kapcsolási jele: 



24.2. Az ampermérőben egy állandó mágnes mágneses mezőjében áramjárta tekercs fordul el. A műszer mutatója a tekercshez van rögzítve.



24.3. Elektromos mérőműszerek



24.4. *Mit mér az ampermérő?*

AZ ÁRAMERŐSSÉG MÉRÉSE

Ha egy vezetőben elektromos áram halad, a környezetében levő mágnestű elfordul. Amikor megszüntetjük az elektromos áramot, a mágnestű visszaáll eredeti irányába. Ha az áramkörben az áram irányát megváltoztatjuk, a mágnestű az előzővel ellentétes irányba fordul el.

Kísérletek alapján arra következtethetünk, hogy **az áramjárta vezető körül mágneses mező van.** Ez a mágneses mező változtatja meg a mágnestű helyzetét. Az elektromos áramnak tehát mágneses hatása van. Megfigyelhető, hogy minél erősebb az elektromos áram, annál jobban elfordul a mágnestű. Ez használható fel az áramerősség mérésekor.

Az iskolában leggyakrabban használt **áramerősségmérő műszer (ampermérő) működése az áram mágneses hatásán alapszik.**

Az ampermérőben egy állandó mágnes mágneses mezőjében egy spirálrugóval rögzített tekercs van. Ebbe a tekercsbe vezetve a mérendő áramot, a tekercs a mágneses kölcsönhatás következtében elfordul.

Az ampermérő mindig a rajta áthaladó áram erősségét méri. Minél nagyobb az ampermérőn átfolyó áram erőssége, annál jobban kitér a műszer mutatója.

A mutató mögötti skáláról olvasható le az áram erőssége. A legnagyobb kitéréshez tartozó áramerősséget a műszer **méréshatárának** nevezzük. Az ampermérők méréshatára változtatható.

Az ampermérő skáláján a 0 beosztás lehet szélső vagy középső helyen is. A középállású ampermérő mutatója az áram irányától függően jobbra vagy balra tér ki. A szélső állású műszer mutatója csak egy irányban térhet ki.

Az ampermérő használatának szabályai:
- **Az ampermérőt nem szabad fogyasztó nélkül az áramkörbe kapcsolni!**
- **A mérőműszert mindig nagyobb méréshatárra kell kapcsolni, mint a várható áramerősség.**
- **Az ampermérőt úgy kell bekötni az áramkörbe, hogy rajta ugyanaz az áram haladjon át, mint a fogyasztón.**

– Az ampermérő pozitív (+) jelű kivezetéséhez azt a vezetéket kell csatlakoztatni, amelyik az áramforrás pozitív (+) pólusával van kapcsolatban. Az áramforrás negatív (–) pólusát az ampermérő megfelelő méréshatárát jelző kivezetésével kell összekapcsolni.



25.1. Méréskor ügyelj a polaritás és a méréshatár helyes megválasztására!

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk áramforrásnak? Sorolj fel különféle áramforrásokat!
2. Milyen berendezést nevezünk elektromos fogyasztónak?
3. Sorold fel az egyszerű áramkör részeit!
4. Zárt áramkörben merre áramlanak az elektronok a fogyasztón keresztül?
5. Milyen mező veszi körül az áramjárta vezetőt?
6. Milyen hatáson alapszik az általunk leggyakrabban használt ampermérő működése?
7. Mit mér az ampermérő? Mit nevezünk az ampermérő méréshatárának?
8. Hogyan kell használni az áramerősség-mérő műszert?

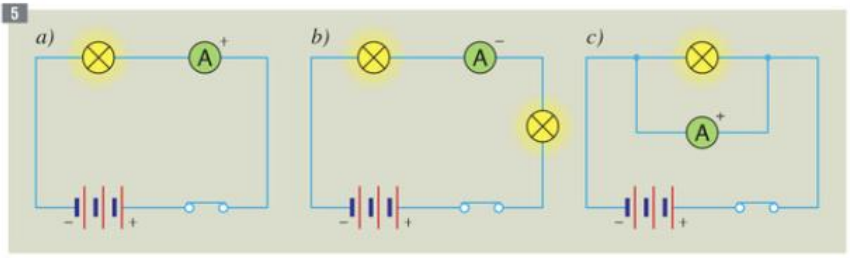
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Készíts kapcsolási rajzot olyan áramkörről, amelyben *a)* elektromos csengő; *b)* elektromotor van!
2. Bekapcsolt zseblámpád nem világít. Mi lehet az oka? Hogyan keresed meg a hibát? Magyarázd meg a tapasztaltakat az elektromosságtanban tanultak alapján!
3. Olvasd le az ampermérő által jelzett értéket! A méréshatár: *a)* 0,5 A; *b)* 2,5 A.
4. Melyik áramkörbe kapcsolták helyesen az ampermérőket?

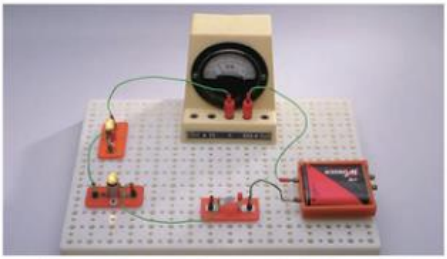
3

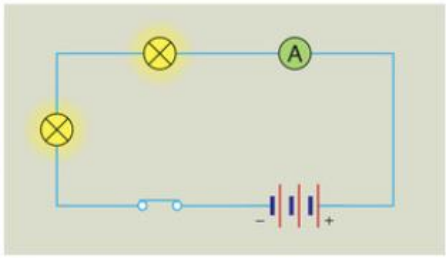


5



5. A fogyasztók soros és párhuzamos kapcsolása





26.1. Sorosan kapcsolt fogyasztók és kapcsolási rajzuk



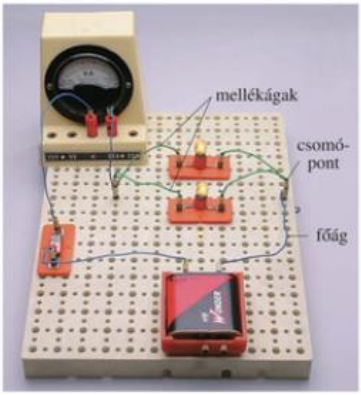
26.2. Hogyan lehet eldönteni, hogy a karácsonyfa égősor izzói sorosan vagy párhuzamosan vannak kapcsolva?

Ha egy áramkörbe két vagy több fogyasztót egymás után, elágazás nélkül kapcsolunk, akkor **soros kapcsolást** hozunk létre. Ha az ilyen áramkört bárhol megszakítjuk, megszűnik az elektronok áramlásának lehetősége, azaz megszűnik az áram. **A sorosan kapcsolt fogyasztók tehát csak egyszerre működtethetők.**

Soros kapcsolásnál az elektronok áramlásának csak egy útja van. Tehát valamennyi fogyasztón ugyanakkora erősségű áram halad át.

Ezért a sorosan kapcsolt fogyasztók áramkörébe az árammérő bárhova beiktatható.

Ha egy csillár izzólámpái közül az egyiket kikapcsoljuk, a többi attól függetlenül világít. A csillár izzóit tehát nem sorosan kapcsolják.



26.3. *Miből következtethetsz arra, hogy a fogyasztókat párhuzamosan kapcsolták?*

Két vagy több fogyasztóval olyan áramkört is létrehozhatunk, amelyben az elektronok áramlásának több útja van. Ha a fogyasztók kivezetéseit mindkét oldalon egy-egy közös pontba, a **csomópontba** kapcsoljuk, akkor a kapcsolást **párhuzamos kapcsolásnak** nevezzük.

Két fogyasztó párhuzamos kapcsolásakor az elektronok az áramforrásból a **főágba** jutnak. A csomóponttól az elektronok egy része az egyik, másik része a másik **mellékágon** halad tovább. A mellékágakban lévő fogyasztókon át az elektronok ismét a főágba jutnak.

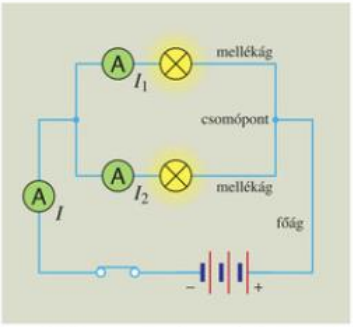
Ha az egyik mellékágat megszakítjuk, az áramkör zárt marad, mert az elektronok a másik mellékágon haladhatnak.

Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók a közös áramforrásról egymástól függetlenül is működtethetők.

Párhuzamos kapcsoláskor az ampermérőt mindig abba az ágba kell kapcsolni, amelyiken az áthaladó áram erősségét meg akarjuk mérni.

Méréssel megállapítható, hogy a **fogyasztók párhuzamos kapcsolásakor a főágban folyó áram erőssége egyenlő a mellékágakban folyó áramok erősségének összegével.**

A fogyasztókat lehet úgy is áramkörbe kapcsolni, hogy egy részüket párhuzamosan kapcsoljuk, és ezekkel újabb fogyasztókat sorba kapcsolunk (vegyes kapcsolás).



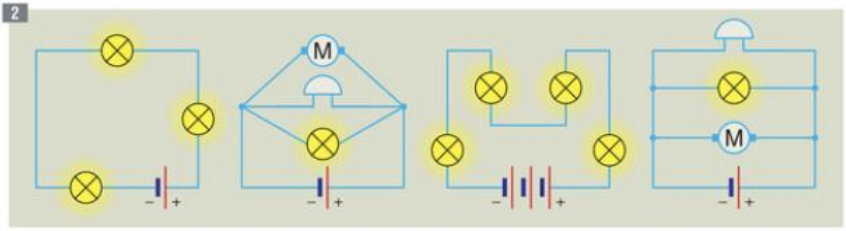
27.1. Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók kapcsolási rajza

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Hogyan kell sorosan kapcsolni az elektromos fogyasztókat?
2. Mit tudunk a sorosan kapcsolt fogyasztókon átfolyó áram erősségéről?
3. Hogyan kell párhuzamosan kapcsolni az elektromos fogyasztókat?
4. Hogyan kapcsoljuk az ampermérőt, ha a fogyasztón átfolyó áram erősségét akarjuk megmérni?
5. Párhuzamos kapcsolás esetén milyen kapcsolat van a főágban és a mellékágakban folyó áramok erőssége között?

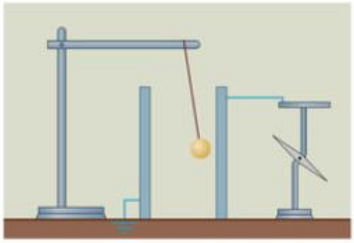
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Egy háromágú csillár két kapcsolóval működtethető. Az egyik kapcsoló egy izzót, a másik kettőt kapcsol be. Rajzold le az áramkör kapcsolási rajzát!
2. Állapítsd meg, hogyan vannak kapcsolva az alábbi kapcsolási rajzokon a fogyasztók!



3. Miért mutat a főágba kapcsolt ampermérő nagyobb áramerősséget, mint a mellékágakban lévők bármelyike?
4. Rajzold le annak az áramkörnek a kapcsolási rajzát, amelyben izzó és csengő sorosan van kapcsolva, továbbá ampermérő is van az áramkörben. Készítsd el a kapcsolási rajzot párhuzamos kapcsolás esetén is!

6. Az elektromos feszültség



28.1. A „csilingelős" kísérletnél a fémgolyócskát az elektromos mező mozgatja.

Ha két párhuzamos fémlemez közül az egyiken elektrontöbbletet hozunk létre és a másikat földeljük, akkor közöttük elektromos mező jön létre. A lemezek közé szigetelő szálra függesztett fémgolyó – az elektromos mező hatására – ide-oda leng, és az egyik lapról a másikra áthordja a többletelektronokat. Az elektronok áthordásakor az elektromos mező munkát végez, közben gyengül, végül megszűnik. Ezt az elektroszkóp mutatója jelzi. Ahhoz, hogy az elektronok áthordása tartós és egyenletes legyen, pótolni kell az átszállított elektronokat.

Az elektronok rendezett mozgatásakor az elektromos mező munkát végez, amelyet **elektromos munkának** szokás nevezni.

$$W \sim Q$$

Kísérlettel megállapítható, hogy:
kétszer, háromszor annyi **elektron átáramoltatásakor** kétszer, háromszor nagyobb a végzett munka. Ez azt jelenti, hogy a **végzett munka egyenesen arányos az átszállított elektronok együttes töltésével.**



28.2. A két áramkörben folyó áram erőssége egyenlő ($I_1 = I_2$), de a végzett munka különböző ($W_1 < W_2$).

Állítsunk össze két áramkört zsebtelep és zsebizzó, illetve hálózati áramforrás és hálózati izzólámpa alkalmazásával. Az izzókat úgy válasszuk meg, hogy a két áramkörben az elektromos áram erőssége egyenlő legyen. Ez azt jelenti, hogy a két izzón másodpercenként ugyanannyi az átáramlott töltés. Kísérletünkben jól látható, hogy a hálózatra kapcsolt izzólámpa sokkal jobban világít, mint a zsebizzó, tehát az izzólámpán nagyobb a végzett munka.

A zsebtelep és a hálózati áramforrás elektromos mezője – ugyanannyi elektromos töltés átáramoltatása közben – különböző munkát végez. Az elektromos mező által végzett munka tehát nemcsak az átáramlott töltés mennyiségétől, hanem a munkát végző elektromos mezőtől is függ.

Azt a mennyiséget, amely az elektromos mezőt munkavégzés szempontjából jellemzi, feszültségnek nevezzük.

A feszültség jele: U.

A feszültség megmutatja, hogy mennyi munkát végez az elektromos mező, miközben 1 C töltést a mező egyik pontjából a másikba áramoltat.

A feszültséget az elektromos munka és az átáramlott töltés hányadosaként számíthatjuk ki.



28.3. *Soroljunk fel minél többféle otthon használt elektromos eszközt!*

$$\text{feszültség} = \frac{\text{elektromos munka}}{\text{átáramlott töltés}}.$$

A feszültség mértékegysége a $\frac{\text{joule}}{\text{coulomb}}$, amit voltnak nevezünk.

A volt jele: V. $1\,\text{V} = 1\frac{\text{J}}{\text{C}}$.

Akkor 1 V a feszültség az elektromos mező két pontja között, ha pl. 1 C töltés átáramoltatása közben 1 J a végzett munka.

A gyakorlatban használt mértékegység még a millivolt (mV) és kilovolt (kV) is:
1 V = 1000 mV,
1 kV = 1000 V.

Az áramforrás feszültsége azt mutatja meg, hogy az áramforrás mennyi munkát végez 1 C töltés egyik pólusról a másikra történő átáramoltatása közben. A 4,5 V feszültségű zsebtelep például 1 C töltés átáramoltatása közben 4,5 J, a 230 V-os hálózati áramforrás pedig 230 J munkát végez.

A gyakorlatban különböző feszültségű áramforrásokra van szükség. Ezeket sokszor több áramforrás összekapcsolásával nyerjük.

Az **elemek** összekapcsolásával **telepet** készítenek. Ha az elemek ellentétes pólusait kapcsolják egymás után, akkor **soros kapcsolást** hoznak létre. A zsebtelep például három sorosan kapcsolt rúdelemből áll. Megmérve a telep feszültségét, az tapasztalható, hogy az éppen a sorosan kapcsolt elemek feszültségének összege. **Az elemek soros kapcsolásakor az elemek feszültsége összegződik.**

A FESZÜLTSÉG MÉRÉSE

Az elektromos feszültség mérésére alkalmas eszköz a **feszültségmérő műszer,** röviden **voltmérő.**

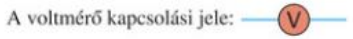
A voltmérő a kivezetéseihez kapcsolt két pont közötti feszültséget méri.

A feszültségmérő **méréshatára** a mutató legnagyobb kitéréséhez tartozó feszültségérték. Ha a mutató kitérése ennél kisebb, akkor a mért feszültség is kisebb.

$$U = \frac{W}{Q}$$

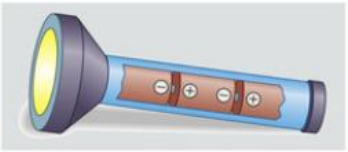
Egységnyi a feszültség, ha:

Q	W	U
1 C	1 J	1 V
2 C	2 J	
0,5 C	0,5 J	
10 C	10 J	

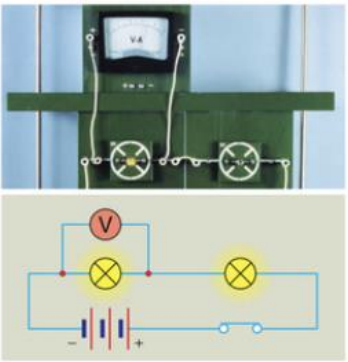
A voltmérő kapcsolási jele: 

Néhány jellemző feszültségérték:

rúdelem	1,5 V
zsebtelep	4,5 V
autóakkumulátor	12 V
hálózati áramforrás	230 V
felhők között	$10^8 - 10^{10}$ V



29.1. *Hogyan kell elhelyezni a zseblámpában az elemeket? Miért?*



29.2. A voltmérővel mindig két pont közötti feszültséget mérünk.



30.1. Ügyelj a polaritás és a méréshatár helyes megválasztására!

A voltmérő használatának szabályai:

- **A mérőműszert mindig nagyobb méréshatárra kell kapcsolni, mint a várható feszültség!**
- **A voltmérőt mindig az áramkör azon két pontjához kell kapcsolni, amelyek közötti feszültséget meg akarjuk mérni!**
- **A voltmérő + jelű kivezetését a két pont közül ahhoz kapcsoljuk, amely az áramforrás pozitív (+) pólusa felől van. Az áramkör másik pontját a mérőműszer megfelelő méréshatárú kivezetéséhez csatlakoztatjuk.**
- **Ha a voltmérőt fogyasztó nélkül, közvetlenül az áramforrás pólusaihoz kapcsoljuk, akkor az áramforrás feszültségét mérjük.**



30.2. *Alessandro Volta (1745–1827).*

OLVASD EL!

Alessandro Volta (1745–1827) itáliai fizikus és fiziológus volt. Már az iskolában megszerette a természettudományokat. Egyaránt nagy tehetsége mutatkozott a fizika és a költészet iránt. Néhány korabeli fizikus és kémikus felfedezéseit hexameterekbe írt költeményekbe foglalta.

Huszonkilenc éves korában fizikát kezdett tanítani szülővárosában, Comóban. Öt évvel később fizikaprofesszor lett a paviai egyetemen.

Sokat utazott, és személyes kapcsolatban állt kora kiváló tudósaival. 1782-ben Magyarországon is járt.

Nevéhez fűződik az érintkezési elektromosság felfedezése. Felismerte, hogy a fémek az érintkezési elektromosság szempontjából feszültségi sorba rendezhetők.

Az ő tiszteletére nevezték el a feszültség mértékegységét voltnak.

FIGYELD MEG!

1. A gyakorlati életben a különböző feszültségtartományokat névvel is megkülönböztetik:
   - **A törpefeszültség** (42 V alatt) **még nem veszélyes az emberre.**
   - **A kisfeszültség** (42 V – 1000 V–ig) – ez fordul elő a legtöbb helyen – **már életveszélyes!**
   - **A nagyfeszültség** (1000 V felett) – **az ilyen berendezéseknek már a megközelítése is életveszélyes!**

A kis- és nagyfeszültségű berendezések szakszerűtlen használata életveszélyes!

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mi végez munkát az elektromos tulajdonságú részecskék áramoltatásakor?
2. Mit mutat meg a feszültség? Mi a feszültség jele, mértékegysége?
3. Hogyan számítjuk ki a feszültséget?
4. Mit jelent az, hogy 1 V a feszültség a mező két pontja között?
5. Mi a voltmérő? Mit nevezünk a voltmérő méréshatárának?
6. Sorold fel a voltmérő használatának szabályait!

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Olvasd le az ábráról a voltmérő által jelzett feszültséget, ha a műszer méréshatára
   a) 5 V; *b)* 25 V!
2. Rajzold le annak az áramkörnek a kapcsolási rajzát, amelyben két sorosan kapcsolt izzólámpa van! Rajzold be a voltmérők kapcsolási jelét is, amelyekkel az egyik izzó, a másik izzó, illetve az áramforrás kivezetései közötti feszültség mérhető!

1



3. Rajzold le annak az áramkörnek a kapcsolási rajzát, amelyben két párhuzamosan kapcsolt izzólámpa van! Rajzold be a voltmérők kapcsolási jelét is, amelyekkel az egyik izzó, a másik izzó, illetve az áramforrás kivezetései közötti feszültség mérhető! Hány voltmérőre van szükséged, ha egyszerre akarod mérni a kérdésben szereplő mindhárom feszültséget? Válaszodat indokold!

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Mekkora a feszültség a mező két pontja között, ha 5 C töltés átszállításakor a végzett munka 400 J?

$Q = 5\ \text{C}$
$W = 400\ \text{J}$
$U = ?$

Következtetéssel:

W	Q	U	
1 J	1 C	1 V,	
400 J	1 C	$400 \cdot 1\ \text{V} = 400\ \text{V}$,	mivel $W \sim U$
400 J	5 C	$\frac{400\ \text{V}}{5} = \mathbf{80\ V}$	

Képlettel: $U = \frac{W}{Q} = \frac{400\ \text{J}}{5\ \text{C}} = 80\ \frac{\text{J}}{\text{C}} = \mathbf{80\ V}$

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy áramforrás elektromos mezője 6 J munkát végez, miközben 1 C töltést áramoltat át egyetlen fogyasztón. Mekkora az áramforrás feszültsége?
2. Az elektromos mező 10 J munkát végez, miközben 2 C töltést áramoltat át két pontja között. Mekkora a két pont közötti feszültség?
3. Mekkora az áramforrás feszültsége, ha elektromos mezője 1320 J munkát végez 6 C töltés átáramoltatása közben?

KERESD A MEGOLDÁST!

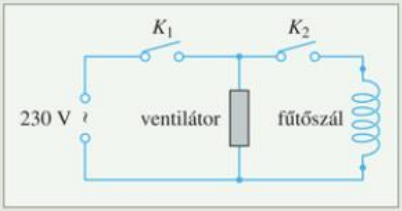
3D

Gyakran használatos elektromos berendezés a hajszárító. Tervezz olyan hajszárítót, amelyben a beépített ventilátor véd a túlmelegedéstől, lehetővé teszi a felmelegedett készülék gyors hűtését, és alkalmas a meleg levegő fújására!

1. A hajszárító áramkörének tartalmaznia kell ventilátort, kapcsolót, fűtőszálat és vezetéket.

2. Mivel a ventilátornak nemcsak a meleg levegő kifújása a feladata, hanem a túlmelegedéstől való védelem is, ezért úgy kell az áramkört megtervezni, hogy a hajszárító csak akkor működjön, ha a ventilátor is üzemel. Ez megoldható úgy, hogy a ventilátort és a fűtőszálat sorosan kapcsoljuk az áramkörbe, hiszen ebben az esetben a két áramköri elem csak egyszerre működhet.

   Feltételünk azonban az is, hogy a felmelegedett készüléket gyorsan le tudjuk hűteni. Ez akkor lehetséges, ha a fűtőszálat a ventilátortól függetlenül ki tudjuk kapcsolni. Soros kapcsolás esetén azonban a két elem nem működtethető egymástól függetlenül, ezért a ventilátort és a fűtőszálat nem sorosan, hanem párhuzamosan kell kapcsolni.



3. A kapcsolási rajz szerint működő hajszárító minden feltételünknek eleget tesz. Ez könnyen belátható az alábbi táblázat segítségével:

K_1 kapcsoló	K_2 kapcsoló	A készülék
nyitva	nyitva	nem működik
nyitva	zárva	nem működik
zárva	nyitva	hideg levegőt fúj
zárva	zárva	meleg levegőt fúj

Nézd meg az otthoni hajszárítót! Hány kapcsoló van rajta, melyik mit kapcsol be és ki?

FELADATOK

1. Műanyag dossziéba tegyél egy papírlapot! Simítsd meg a kezeddel néhányszor a dossziét, majd vedd ki a papírlapot! Mit tapasztalsz? Adj rá magyarázatot! Ismételd meg az előző kísérletet lesötétített helységben! Mit látsz? Miért?
2. Vágj szét egy műanyag dossziét, hogy 2 lapod legyen! Tegyél a műanyag lapok közé és alá egy-egy vékony papírlapot! A tenyereddel 3-4-szer erősen simítsd egymáshoz a lapokat. Ezután szedd szét a „szendvicset", majd próbáld ki, hogy mi történik, ha *a)* a 2 műanyag lapot; *b)* a 2 papírlapot; *c)* az egyik műanyag lapot és az egyik papírlapot közelíted egymáshoz! Magyarázd meg!


2


2

3. Végezd el az előbbi kísérletet úgy, hogy a lapokat most papír, műanyag, műanyag, papír sorrendben rakod össze! Milyen különbséget veszel észre az előző kísérlethez képest?

4. Megdörzsölt műanyag vonalzóval közelíts vékony vízsugárhoz! Mi történik? Elemezd a látottakat!

5. Rendelkezésedre áll 2 pingponglabda, cérna, ragasztó, műanyag rúd és szőrme. Hogyan mutatnád ki ezek segítségével, hogy az azonos töltésű testek vonzzák, az ellentétes töltésű testek taszítják egymást, és egy elektromosan semleges testet bármilyen töltéssel rendelkező test vonz?

6. Nézz utána, hogy hogyan „működik" a reklámokban is látható elektrosztatikus portörlő!

7. Portörlővel töröld le a tévé képernyőjét és egy, a közelében levő bútort! Néhány nap múlva nézd meg mindkét letörölgetett tárgyat! Melyik porosabb? Magyarázd meg a tapasztaltakat!

8. Nézz utána szakkönyvekben vagy az interneten, hogy hogyan és mekkora elektromos áramot állítanak elő a különféle elektromos állatok!


6


8


9

9. Jó tanácsként gyakran hangzik el, hogy zivatar idején ne állj magas fa alá. Keresd meg a magyarázatát annak, hogy miért a magas épületekbe, testekbe csap bele leggyakrabban a villám!

10. Tervezd meg egy bimetált is tartalmazó tűzjelző berendezés áramkörét!

ÖSSZEFOGLALÁS

ELEKTROMOS ÁLLAPOT

NEGATÍV	POZITÍV
A testben elektrontöbblet van.	A testben elektronhiány (protontöbblet) van.

A test elektromosan semleges, ha a benne lévő elektronok és protonok száma egyenlő, valamint eloszlásuk egyenletes.
A testek elektromos állapotát mennyiségileg az elektromos töltéssel jellemezzük.
Jele: Q. Mértékegysége: coulomb, jele: C.

ELEKTROMOS ÁRAMERŐSSÉG

Az elektromos tulajdonságú részecskék egyirányú rendezett mozgását elektromos áramnak nevezzük.
Az a mennyiség, amellyel az elektromos áramot jellemezzük, az áramerősség.

Jele: I. Kiszámítása $I = \frac{Q}{t}$.

Mértékegysége az amper: A (mA; kA).

$$1\ \text{mA} \underset{1000}{<} 1\ \text{A} \underset{1000}{<} 1\ \text{kA}$$

Az áramerősséget a fogyasztóval sorosan kapcsolt ampermérővel mérjük.
Az ampermérő kapcsolási jele: 

ELEKTROMOS FESZÜLTSÉG

Az elektromos mezőt munkavégzés szempontjából jellemző mennyiséget feszültségnek nevezzük.

Jele: U. Kiszámítása: $U = \frac{W}{Q}$.

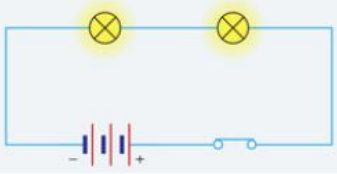
Mértékegysége a volt: V (mV; kV)

$$1\ \text{mV} \underset{1000}{<} 1\ \text{V} \underset{1000}{<} 1\ \text{kV}$$

A feszültséget a fogyasztóval párhuzamosan kapcsolt voltmérővel mérjük.
A voltmérő kapcsolási jele: 

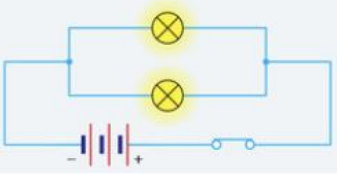
FOGYASZTÓK KAPCSOLÁSA AZ ÁRAMKÖRBEN

SOROS



Soros kapcsolásnál az elektronok áramlásának csak egy útja van. A sorosan kapcsolt fogyasztók közös áramforrásról csak egyszerre működtethetők.

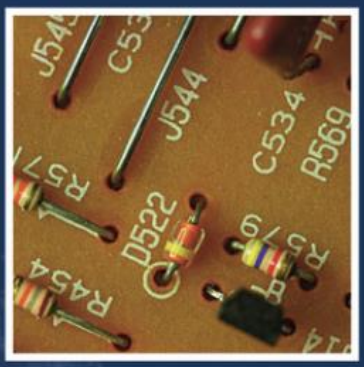
PÁRHUZAMOS



Párhuzamos kapcsolásnál az elektronok áramlásának több útja van. Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók közös áramforrásról egymástól függetlenül is működtethetők.

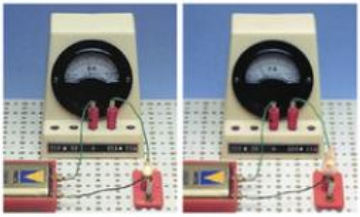
II. fejezet

AZ ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS. AZ EGYENÁRAM HATÁSAI

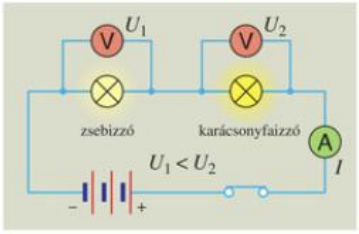




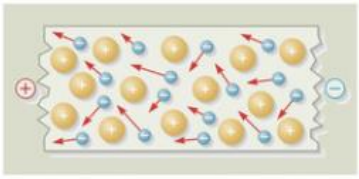
1. Az elektromos ellenállás. Ohm törvénye



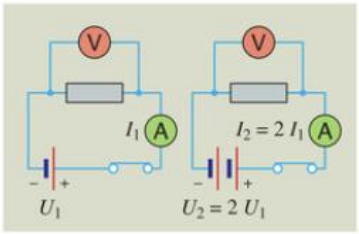
36.1. Különféle fogyasztók eltérő mértékben akadályozzák az elektronok áramlását.



36.2. A zsebizzó kivezetésein kisebb feszültség mérhető, mint a karácsonyfaizzón.



36.3. *Mi akadályozza az elektronok áramlását a fémes vezetőkben?*



36.4. Egy fogyasztón nagyobb az átfolyó áram erőssége is, ha nagyobb a feszültség.

$$I \sim U$$

Ha a zsebizzót és a karácsonyfaizzót külön-külön kapcsoljuk zsebtelepre, áramkörükben különböző az áram erőssége. Ugyanakkora feszültségű áramforrás a zsebizzón több, a karácsonyfaizzón kevesebb elektront áramoltat át ugyanannyi idő alatt. A karácsonyfaizzó tehát jobban akadályozza az elektronok mozgását.

A két izzó soros kapcsolásánál a karácsonyfaizzó kivezetései között nagyobb feszültség mérhető. Ez azt jelenti, hogy ugyanannyi elektront a karácsonyfaizzón nagyobb munkával lehet átáramoltatni.

Kísérlettel megállapítható, hogy **különböző fogyasztók különböző mértékben akadályozzák az elektronok áramlását.**

A fogyasztóknak azt a tulajdonságát, hogy akadályozzák a szabad elektronok áramlását, elektromos ellenállásnak nevezzük.

Annak a fogyasztónak nagyobb az elektromos ellenállása, amelyben

- **ugyanolyan feszültségű áramforrás kisebb erősségű áramot hoz létre, vagy**
- **ugyanakkora erősségű áram létrehozásához nagyobb feszültségű áramforrás kell.**

A fémes vezetők belsejében a szabad elektronok a helyhez kötött pozitív részecskék között mozognak. Áramlásuk közben a pozitív részecskékkel és egymással ütköznek. Ez az oka a fémek elektromos ellenállásának.

Méréssel megállapítható, hogy:

Ha egy fogyasztót kétszer, háromszor nagyobb feszültségű áramforrásra kapcsolunk, a rajta átfolyó áram erőssége is kétszer, háromszor nagyobb lesz. Más fogyasztókkal is elvégezve ezt a mérést, mindig azt tapasztaljuk, hogy az áramerősség és a feszültség egyenesen arányos, tehát hányadosuk állandó.

Egy fogyasztón átfolyó elektromos áram erőssége egyenesen arányos a fogyasztó kivezetései között mért feszültséggel. Ez Ohm törvénye.

Ha két mennyiség egyenesen arányos, akkor hányadosuk állandó. Ezért ugyanazon fogyasztó esetén az összetartozó feszültség- és áramerősség-értékek hányadosa állandó:

$$\frac{U}{I} = \text{állandó}.$$

Ez a hányados a nagyobb ellenállású fogyasztó esetén nagyobb, mint a kisebb ellenállásúnál. Így az $\frac{U}{I}$ hányados alkalmas mennyiség a fogyasztók ellenállásának jellemzésére. Ez a mennyiség az **elektromos ellenállás.**

Jele: R.

Bármely fogyasztó ellenállását a kivezetései között mért feszültség és a rajta átfolyó áram erősségének hányadosaként számíthatjuk ki:

$$\text{ellenállás} = \frac{\text{feszültség}}{\text{áramerősség}}$$

Az ellenállás mértékegysége a $\frac{\text{volt}}{\text{amper}}$, amit ohmnak nevezünk.

Jele: Ω.

$$1\,\Omega = 1\,\frac{\text{V}}{\text{A}}$$

A fogyasztó ellenállása pl. akkor 1 Ω, ha kivezetései között 1 V a feszültség, a rajta átfolyó áram erőssége pedig 1 A.

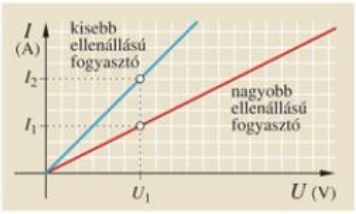
A gyakorlatban használatos mértékegységek még a kiloohm (kΩ), illetve a megaohm (MΩ):

1 kΩ = 1000 Ω,
1 MΩ = 1 000 000 Ω.

Az emberi test ellenállása: 3 – 8 kΩ.

Néhány fogyasztó ellenállása:

FOGYASZTÓ	ELLENÁLLÁS
izzólámpa	300 – 3000 Ω
vasaló	22 – 66 Ω
villanytűzhely	15 – 40 Ω



37.1. *Melyik egyenes tartozik a zsebizzóhoz és melyik a karácsonyfaizzóhoz?*

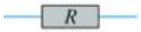
$$R = \frac{U}{I}$$

Az Ω (omega) görög nagybetű, megfelel a magyar Ó betűnek.



37.2. *Georg Simon Ohm (1787–1854).* Az ellenállás mértékegységét Ohm német fizikusról nevezték el.

Az R ellenállású fogyasztó kapcsolási jele:



A fogyasztó ellenállása egységnyi, ha:

U	I	R
1 V	1 A	1Ω
0,5 V	0,5 A	
10 V	10 A	

OLVASD EL!

Georg Simon Ohm 1787. március 16-án született a németországi Erlingenben. Apja lakatosmester volt, aki élénken érdeklődött a matematika és a fizika iránt. Fiát is segítette e tudományterületek alapismereteinek elsajátításában.

Ohm 16 évesen kezdett matematikát, fizikát és filozófiát tanulni az erlingeni egyetemen. Bár igen jó tanuló volt, apja pénzügyi nehézségei miatt meg kellett szakítania tanulmányait. Svájcba ment matematikát tanítani, hogy további tanulmányaihoz pénzt gyűjthessen.

1813-ban szerezte meg a doktori címet. 1817-től a kölni gimnáziumba került, ahol a tanítás mellett az iskola szertárának kezdetleges eszközeivel tudományos megfigyeléseket is végzett. Tapasztalatait – s a később róla elnevezett törvényt – *A fémek áramvezető képességét szabályozó törvény meghatározása* című munkájában foglalta össze. Megállapításait a szakterület képviselői bizalmatlanul, éles kritikával fogadták.

Ohm tehetsége kísérleti módszereiben, valamint állításai igazolásának rendkívüli pontosságában nyilvánult meg. Kortársai közül csak kevesen értették meg, s csak évekkel később kezdték munkáját értékelni és megbecsülni. 1841-ben a Brit Királyi Társaság Copely-éremmel ismerte el jelentős tudományos munkásságát.

FIGYELD MEG!

1. Az elektromos ellenállás helyett gyakran csak ellenállást mondunk.
2. Feladatainkban sokszor nincs szükség arra, hogy megmondjuk, milyen fogyasztó van az áramkörben, csak az a fontos, hogy mekkora az ellenállása. Ilyenkor magát a fogyasztót is ellenállásnak nevezzük. Az ellenállás kifejezést három jelentésben is használjuk. Tulajdonságot, mennyiséget és adott esetben fogyasztót is jelent. Szövegkörnyezetéből azonban mindig kiderül, hogy a szó melyik jelentését kell figyelembe venni.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. A fogyasztók milyen tulajdonságát jellemezzük az elektromos ellenállással?
2. Két fogyasztó közül melyiknek nagyobb az ellenállása?
3. Fogalmazd meg Ohm törvényét!
4. Mi az elektromos ellenállás jele, mértékegysége?
5. Hogyan számíthatjuk ki egy fogyasztó ellenállását?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Két fogyasztót külön-külön kapcsolunk ugyanarra az akkumulátorra. Az egyiken 0,5 A, a másikon 0,8 A az áram erőssége. Melyiknek nagyobb az ellenállása?
2. A zsebtelepre kapcsolt zsebizzón és a hálózati áramforrásra kapcsolt izzólámpán egyenlő erősségű áram halad át. Mit tudunk a két izzólámpa ellenállásáról?
3. Hogyan változik egy fogyasztón átfolyó áram erőssége, ha először 6 V, majd 9 V feszültségű áramforrásra kapcsoljuk?
4. Egy fogyasztón egyszer 0,6 A, máskor 1,2 A erősségű áram folyik át. Mit állapíthatsz meg ebben az esetben a fogyasztó kivezetésein mérhető feszültségekről?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Számítsuk ki annak a fogyasztónak az ellenállását, amelyiken 2 A erősségű áram folyik át, ha kivezetései között 120 V a feszültség!

$U = 120\ \text{V}$
$I = 2\ \text{A}$
$R = ?$

Következtetéssel:

U	I	R
1 V	1 A	1 Ω
120 V	1 A	$120 \cdot 1\ \Omega = 120\ \Omega$, mivel $U \sim R$
120 V	2 A	$\frac{120\ \Omega}{2} = \mathbf{60\ \Omega}$

Képlettel: $R = \frac{U}{I} = \frac{120\,\text{V}}{2\,\text{A}} = 60\frac{\text{V}}{\text{A}} = \mathbf{60\ \Omega}$

2. Mekkora feszültség mérhető a 20 Ω-os fogyasztó kivezetései között, ha rajta 4 A erősségű áram halad át?

$R = 20\ \Omega$
$I = 4\ \text{A}$
$U = ?$

Következtetéssel:

R	I	U
1 Ω	1 A	1 V
20 Ω	1 A	$20 \cdot 1\ \text{V} = 20\ \text{V}$, mivel $U \sim R$
20 Ω	4 A	$4 \cdot 20\ \text{V} = \mathbf{80\ V}$

Képlettel: $R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = I \cdot R = 4\,\text{A} \cdot 20\frac{\text{V}}{\text{A}} = 80\,\text{A} \cdot \frac{\text{V}}{\text{A}} = \mathbf{80\ V}$

3. Mekkora erősségű áram halad át a 60 Ω ellenállású fogyasztón, ha 180 V a kivezetései között mérhető feszültség?

$R = 60\ \Omega$
$U = 180\ \text{V}$
$I = ?$

Következtetéssel:

U	R	I
1 V	1 Ω	1 A
180 V	1 Ω	$180 \cdot 1\ \text{A} = 180\ \text{A}$, mivel $I \sim U$
180 V	60 Ω	$\frac{180\,\text{A}}{60} = \mathbf{3\,A}$

Képlettel: $R = \frac{U}{I} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{180\,\text{V}}{60\,\Omega} = \frac{180\,\text{V}}{60\frac{\text{V}}{\text{A}}} = 3\,\text{V} \cdot \frac{\text{A}}{\text{V}} = \mathbf{3\,A}$

SZÁMÍTSD KI!

1. 42 V feszültségű áramforrásra különböző fogyasztókat kapcsolunk. A mért áramerősségek: 0,5 A; 1,4 A; 700 mA; 0,8 A; 2,1 A. Mekkora a fogyasztók ellenállása?

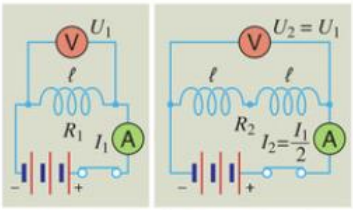
2. Mekkora az áramforrás feszültsége, ha a rákapcsolt 120 Ω ellenállású fogyasztón 0,5 A erősségű áram halad át?

3. 10 kΩ ellenállású fogyasztón 30 mA-es áram halad át. Mekkora a kivezetésein mérhető feszültség?

4. Mekkora a 180 Ω ellenállású fogyasztón átfolyó áram erőssége, ha 90 V feszültségű áramforrásra kapcsoljuk?

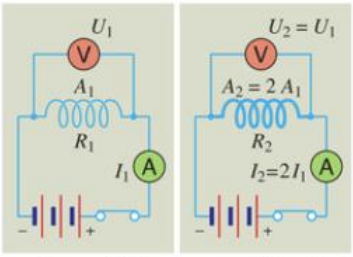
5. 230 V-os hálózati áramforrásra 200 Ω-os fogyasztót kapcsolunk. Mekkora a rajta átfolyó áram erőssége?

2. A vezetékek elektromos ellenállása



40.1. Hosszabb huzalnak nagyobb az ellenállása.

$$R \sim \ell$$



40.2. A nagyobb keresztmetszetű huzalnak kisebb az ellenállása.

$$R \sim \frac{1}{A}$$

A ρ (ró) görög betű.

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$$

Néhány anyag fajlagos ellenállása 18 °C-on:

ANYAG	$\rho\left(\Omega\frac{\text{mm}^2}{\text{m}}\right)$
réz	0,017
alumínium	0,027
volfram	0,055
vas	0,1
konstantán	0,5
króm-nikkel	1,2

Az elektromos fogyasztókba különböző ellenállású fémhuzalokat építenek be. Ezek a huzalok méretben és anyagi minőségben térhetnek el egymástól.

Ha egy fémhuzalból kétszer, háromszor hosszabb darabot kapcsolunk ugyanarra az áramforrásra, akkor a huzalon átfolyó áram erőssége felére, harmadára csökken. Ez azt jelzi, hogy a kétszer, háromszor hosszabb huzal ellenállása is kétszer, háromszor akkora.

Egyenlő keresztmetszetű és azonos anyagú vezetékek ellenállása a hosszukkal egyenesen arányos.

Ugyanarra az áramforrásra egyenlő hosszúságú, de kétszer, háromszor nagyobb keresztmetszetű huzalt kapcsolva az áram erőssége is kétszeres, háromszoros lesz.

Egyenlő hosszúságú és azonos anyagú vezetékek ellenállása a keresztmetszetükkel fordítottan arányos.

Mérések alapján bizonyítható, hogy az azonos méretű, de különböző anyagú huzalok ellenállása is különböző.

A vezetékek ellenállása függ az anyaguktól is.

Az anyagokra jellemző adat a **fajlagos ellenállás.** Megadja, hogy az illető anyag 1 m hosszú, 1 mm^2 keresztmetszetű darabjának mekkora az ellenállása.

A fajlagos ellenállás jele: ρ.

SI-beli mértékegysége: Ωm. Használatos még az $\Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ is; $1\ \Omega\text{m} = 1\,000\,000\ \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$.

A vezetékek ellenállása egyenesen arányos a vezeték hosszával és fordítottan a keresztmetszetével, valamint függ a vezeték anyagától is.

A vezeték ellenállása az anyagok belső szerkezetével kapcsolatos. Hosszabb vezeték esetén az áramló elektronok több helyhez kötött részecskével ütköznek. A hosszabb vezeték ellenállása ezért nagyobb.

Nagyobb keresztmetszet esetén az áramláshoz „több hely van", az ilyen vezetéknek ezért kisebb az ellenállása.

A különféle anyagú huzalok belsejében különböznek a helyhez kötött részecskék és azok elrendeződése is más. Ezért különböző a fajlagos ellenállás is.

A zsebizzó egyre fényesebben világít, ha a zsebtelep egy, kettő vagy mindhárom eleméhez kapcsoljuk. Az izzószál azért világít fényesebben, mert magasabb a hőmérséklete. Ha mindhárom állapotban meghatározzuk a zsebizzó ellenállását, akkor azt tapasztaljuk, hogy magasabb hőmérsékleten nagyobb az ellenállása.

A hőmérséklet emelkedésével a fémek ellenállása nő, mert magasabb hőmérsékleten a helyhez kötött részecskék élénkebben mozognak, így jobban akadályozzák az áramló elektronok mozgását.



41.1. Különböző huzalellenállások

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mitől függ egy vezeték ellenállása?
2. Hogyan függ a vezeték ellenállása *a)* a hosszától; *b)* a keresztmetszetétől?
3. Mit mutat meg a fajlagos ellenállás?
4. Hogyan számítható ki egy vezeték ellenállása?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Egy vashuzalból egy 3 m és egy 12 m hosszú darabot vágtak le. Hasonlítsd össze a két huzaldarab ellenállását!
2. Hasonlítsd össze két egyenlő hosszúságú és azonos fajlagos ellenállású, de 0,8 mm^2, illetve 0,2 mm^2 keresztmetszetű huzal ellenállását!
3. Egy huzaldarabot felébe vágtunk és összesodortunk. Hogyan változott meg az ellenállása?
4. Mit tudsz az azonos méretű réz- és vashuzal ellenállásáról?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Mekkora az ellenállása egy 10 m hosszú és 2 mm^2 keresztmetszetű vashuzalnak?

$\ell = 10\ \text{m}$
$A = 2\ \text{mm}^2$
$\rho = 0{,}1\ \Omega\dfrac{\text{mm}^2}{\text{m}}$
$R = ?$

Következtetéssel:

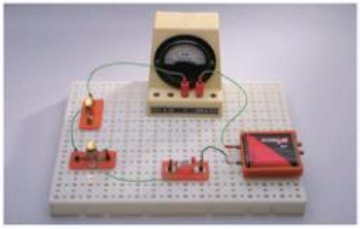
ℓ	A	R
1 m	1 mm^2	0,1 Ω
10 m	1 mm^2	$10 \cdot 0{,}1\ \Omega$
10 m	2 mm^2	$\dfrac{1\Omega}{2} = 0{,}5\Omega$

Képlettel: $R = \rho \cdot \dfrac{\ell}{A} = 0{,}1\Omega\dfrac{\text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \dfrac{10\,\text{m}}{2\,\text{mm}^2} = 0{,}5\Omega$

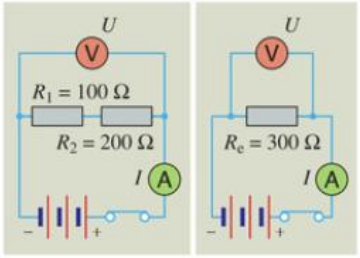
SZÁMÍTSD KI!

1. 50 m hosszú, 1 mm^2 keresztmetszetű króm-nikkel huzalból huzalellenállást csévélünk. Mekkora az ellenállása? (Használd a táblázatot!)
2. Mekkora a 20 m hosszú, 2 mm^2 keresztmetszetű rézhuzal ellenállása?

3. Több fogyasztó az áramkörben



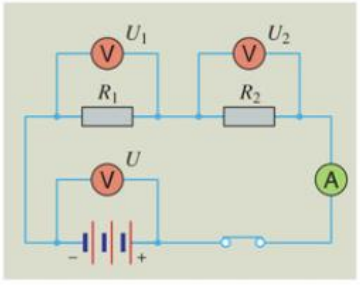
42.1. *Miért ugyanakkora az átfolyó áram erőssége mindkét izzón soros kapcsolás esetén?*



42.2. A sorosan kapcsolt fogyasztók ellenállása összeadódik.

$$R_e = R_1 + R_2$$

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



42.3. *Hasonlítsd össze U_2 és U_1 értékét, ha $R_2 > R_1$!*

A SOROSAN KAPCSOLT FOGYASZTÓK EREDŐ ELLENÁLLÁSA

A fogyasztók soros kapcsolásánál az áramnak csak egy útja van. Ezért ott az áramerősség az áramkörben mindenütt egyenlő.

Ha az áramforrás változatlan és a sorosan kapcsolt fogyasztókhoz további fogyasztókat sorosan kapcsolunk, az áramerősség csökken. Ebből arra következtethetünk, hogy nagyobb lett a fogyasztók együttes ellenállása.

Kísérlettel megállapítható, hogy a változatlan feszültségű áramforrásra sorba kapcsolt fogyasztók együttesen határozzák meg az áramkörben folyó áram erősségét. Az újabb fogyasztók sorba kapcsolásával ugyanis csökken az áramerősség, tehát nő a fogyasztók együttes ellenállása

A sorosan kapcsolt fogyasztók helyettesíthetők egy olyan fogyasztóval, amelyen – ugyanazon áramforrás esetén – ugyanolyan erősségű áram folyik át, mint a sorosan kapcsolt fogyasztókon. Ennek a fogyasztónak az ellenállása tehát egyenlő a sorosan kapcsolt fogyasztók együttes ellenállásával. Ezt az ellenállást **helyettesítő** vagy **eredő ellenállásnak** nevezzük.

Méréssel megállapítható, hogy:

A sorosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása (R_e) az egyes fogyasztók ellenállásainak összegével egyenlő.

Az eredő ellenállás kiszámítható az áramforrás feszültségének és az áramkörben folyó áram erősségének hányadosaként is.

Méréssel az is megállapítható, hogy:

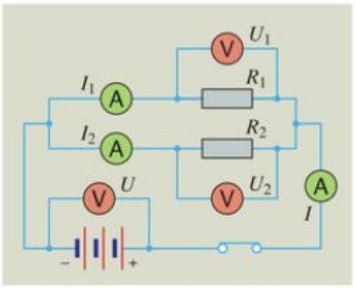
A sorosan kapcsolt fogyasztók kivezetései között mérhető feszültségek összege egyenlő az áramforrás feszültségével.

Soros kapcsolás esetén a nagyobb ellenállású fogyasztók kivezetései között nagyobb feszültség mérhető. Ott ugyanis az elektromos mező ugyanannyi elektron átáramoltatása közben nagyobb munkát végez, mint a kisebb ellenállású fogyasztón.

A PÁRHUZAMOSAN KAPCSOLT FOGYASZTÓK EREDŐ ELLENÁLLÁSA

Tudjuk, hogy párhuzamos kapcsolás esetén az elektronok áramlásának több útja van. Ilyenkor a főágban folyó áram erőssége egyenlő a mellékágakban folyó áramok erősségének összegével.

Ha két párhuzamosan kapcsolt fogyasztót egy áramforrásra kapcsolunk és megmérjük a fogyasztók kivezetései, illetve az áramforrás pólusai közötti feszültségeket, azt tapasztaljuk, hogy ezek egyenlők.



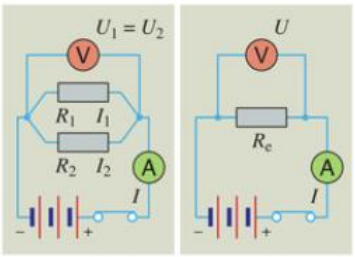
43.1. A párhuzamosan kapcsolt fogyasztók kivezetései között a feszültségek egyenlők.

Méréssel megállapítható, hogy a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók kivezetései között mért feszültségek egyenlők. Ez a feszültség egyenlő az áramforrás pólusai között mért feszültséggel, ha a főágban nincs fogyasztó.

$$U_1 = U_2 = U$$

A párhuzamosan kapcsolt fogyasztók is helyettesíthetők egyetlen fogyasztóval. A helyettesítő fogyasztó ellenállása az eredő ellenállás. Az eredő ellenállás kiszámítható az áramforrás feszültségének és a főágban folyó áram erősségének a hányadosaként.

Növelve a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók számát, a főágban nagyobb lesz az áram erőssége. Ez azt jelenti, hogy kisebb lett a fogyasztók együttes ellenállása, az eredő ellenállás.



43.2. Az eredő ellenálláson ugyanolyan erősségű áram folyik, mint a párhuzamos kapcsolás főágában.

Méréssel megállapítható, hogy a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása mindig kisebb, mint az összekapcsolt fogyasztók bármelyikének az ellenállása.

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

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit tudsz a sorosan kapcsolt fogyasztókon átfolyó áram erősségéről?
2. Mivel egyenlő a sorosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása?
3. Mivel egyenlő a sorosan kapcsolt fogyasztók kivezetésein mérhető feszültségek összege?
4. Mit tudsz a sorba kapcsolt, különböző ellenállású fogyasztók kivezetésein mérhető feszültségek nagyságáról?
5. Mit tudsz a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók kivezetésein mérhető feszültségek nagyságáról?
6. Mivel egyenlő a párhuzamosan kapcsolt fogyasztókon átfolyó áramok erősségének összege?
7. Hogyan számítható ki a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása?
8. Mit tudsz a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállásáról?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Két sorosan kapcsolt fogyasztó mellé egy harmadikat is sorosan kapcsolunk az áramkörbe. Hogyan változik az eredő ellenállás és az áramerősség?
2. Két sorosan kapcsolt fogyasztó kivezetései között külön-külön megmérték a feszültséget. Meg lehet-e mondani ezek alapján, hogy melyik fogyasztónak nagyobb az ellenállása? Indokold állításodat!
3. Hogyan változik a főágban folyó áram erőssége, ha két párhuzamosan kapcsolt fogyasztó mellé egy harmadikat is párhuzamosan kapcsolunk?
4. Ugyanarra az áramforrásra külön-külön kapcsolunk egy-egy fogyasztót és mérjük az áramerősségeket. Meg tudjuk-e mondani, hogy a két fogyasztó párhuzamos kapcsolása esetén melyiken folyik át nagyobb erősségű áram és melyiken végez nagyobb munkát az áramforrás elektromos mezője? Válaszodat indokold!
5. Három izzó párhuzamosan van kapcsolva. Az egyiket kikapcsoljuk. Változik-e a főágban folyó áram erőssége? Változik-e a bekapcsolva maradt izzók fényessége?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. 45 V feszültségű áramforrásra sorosan kapcsolunk egy 100 Ω és egy 150 Ω ellenállású fogyasztót. Mekkora az eredő ellenállás és az áramkörben folyó áram erőssége? Mekkora a 100 Ω ellenállású fogyasztó kivezetései között mérhető feszültség?

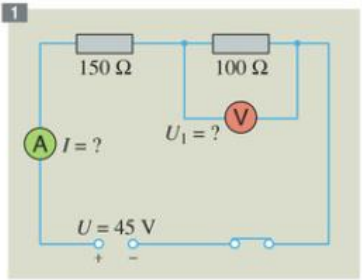
$R_1 = 100\,\Omega$
$R_2 = 150\,\Omega$
$U = 45\,\text{V}$
$R_e = ?;\ I = ?;\ U_1 = ?$

$R_e = R_1 + R_2 = 100\,\Omega + 150\,\Omega = 250\,\Omega$

$I = \frac{U}{R_e} = \frac{45\,\text{V}}{250\,\Omega} = \mathbf{0{,}18\,A}$

$U_1 = I \cdot R_1 = 0{,}18\,\text{A} \cdot 100\,\Omega = \mathbf{18\,V}$

1



2. 48 V feszültségű áramforrásra párhuzamosan kapcsolunk egy 20 Ω és egy 80 Ω ellenállású fogyasztót. Mekkora a fogyasztók kivezetései között mérhető feszültség? Mekkora az egyes fogyasztókon, illetve a főágban folyó áram erőssége? Mekkora az eredő ellenállás? Készíts kapcsolási rajzot!

$U = 48\,\text{V}$
$U = U_1 = U_2$
$R_1 = 20\,\Omega$
$R_2 = 80\,\Omega$
$I_1 = ?;\ I_2 = ?;$
$I = ?;\ R_e = ?$

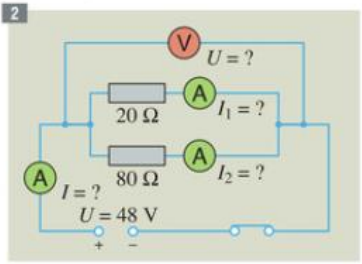
$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{48\,\text{V}}{20\,\Omega} = \mathbf{2{,}4\,A}$

$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{48\,\text{V}}{80\,\Omega} = \mathbf{0{,}6\,A}$

$I = I_1 + I_2 = 2{,}4\,\text{A} + 0{,}6\,\text{A} = \mathbf{3\,A}$

$R_e = \frac{U}{I} = \frac{48\,\text{V}}{3\,\text{A}} = \mathbf{16\,\Omega}$

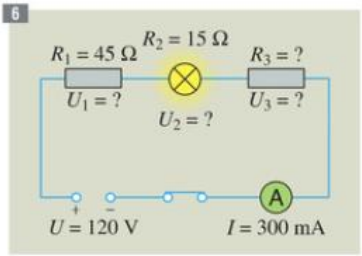
2



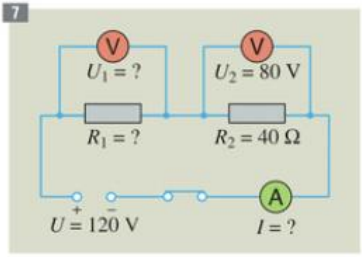
SZÁMÍTSD KI!

1. Sorosan kapcsolt fogyasztók ellenállása 12 Ω és 60 Ω. Mekkora az eredő ellenállás?
2. Sorosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása 800 Ω. Mekkora az egyik ellenállása, ha a másiké 420 Ω?
3. 24 V feszültségű áramforrásra sorosan kapcsolunk egy 8 Ω és egy 12 Ω ellenállású fogyasztót. Mekkora az eredő ellenállás és az egyes fogyasztók kivezetésein mérhető feszültség?
4. Egy 12 Ω ellenállású fogyasztót akarunk működtetni 9 V feszültségű áramforrásról. A fogyasztón legfeljebb 0, 5 A erősségű áram haladhat át. Hogyan és mekkora ellenállást kapcsoljunk az áramkörbe, hogy ez megvalósuljon?
5. Párhuzamosan kapcsolunk az áramforrásra egy zsebizzót és egy skálaizzót. A zsebizzó kivezetései között mért feszültség 4 V.
   a) Mekkora feszültség mérhető a skálaizzó kivezetései között?
   b) Mennyi az áramforrás pólusain mérhető feszültség?
6. Számítsd ki a hiányzó mennyiségeket a kapcsolási rajzon megadott adatok alapján!
7. Határozd meg a hiányzó adatokat a kapcsolási rajzon megadott adatok alapján!
8. Számítsd ki az ismeretlen mennyiségeket a kapcsolási rajzon megadott adatok alapján!

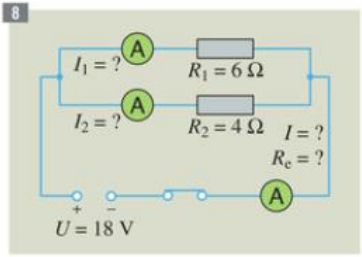
6

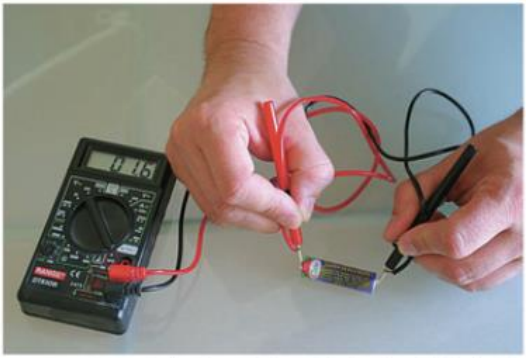


7



8





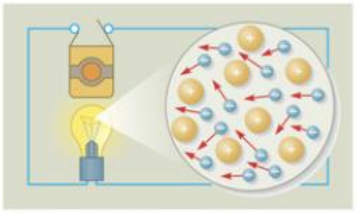


45.1. A modern mérőműszerek áramerősség, feszültség és ellenállás mérésére is alkalmasak.

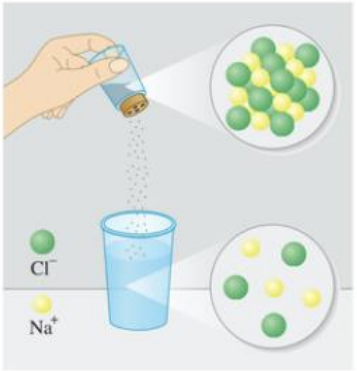
4. Az egyenáram hatásai



46.1. Miért világít a zseblámpa izzója?



46.2. A szabad elektronok áramlás közben ütköznek a vezető helyhez kötött részecskéivel.



46.3. Oldódáskor a konyhasó (NaCl) negatív klorid (Cl^-) és pozitív nátriumionra (Na^+) bomlik.

3D

A HŐHATÁS

Az elektromos áram hatására a zseblámpa világít, mert izzószála felmelegszik, izzásba jön. Az elektromos áramnak tehát hőhatása van.

Az elektromos áram hőhatása több, egymáshoz kapcsolódó kölcsönhatás eredménye. A fémek esetében:
– az elektromos mező gyorsítja a szabad elektronokat;
– az áramló elektronok kölcsönhatásba kerülnek a vezető helyhez kötött részecskéivel, azokat élénkebb rezgésre kényszerítik, tehát a vezető felmelegszik;
– a felmelegedett vezető kölcsönhatásban van a környezetével és melegíti azt.

Megfigyelhető, hogy az áramforrás bekapcsolása után a vezető hőmérséklete csak egy rövid ideig emelkedik. Ezután a vezető hőmérséklete a folyamat közben változatlan marad, mert amennyivel nő az energiája, annyit lead a környezetének.

Az energiamegmaradás törvénye itt azt jelenti, hogy a környezet energianövekedése egyenlő az áramforrás energiacsökkenésével.

A KÉMIAI HATÁS

Egy anyag csak akkor vezeti az elektromos áramot, ha szabad elektronok vagy könnyen mozgó ionok vannak benne. Ezek ugyanis az elektromos mező hatására áramolhatnak.

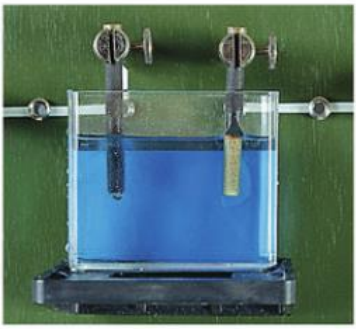
Ha meg akarjuk vizsgálni, hogy egy anyag vezeti-e az elektromos áramot, akkor áramkörbe kell kapcsolni. A folyadékot két bele merülő fémlap vagy szénrúd segítségével kapcsolhatjuk áramkörbe. A folyadékba merülő két fémlapot vagy szénrudat **elektródának** nevezzük.

Sem a desztillált vízbe, sem a száraz konyhasóba süllyesztett elektródák között nem folyik áram. A konyhasó desztillált vizes oldata azonban olyan folyadék, amely vezeti az elektromos áramot.

Ennek az az oka, hogy az oldódás közben szabaddá válnak a konyhasót felépítő pozitív és negatív ionok.



47.1. A rézgálic oldat vezeti az elektromos áramot. Miért?

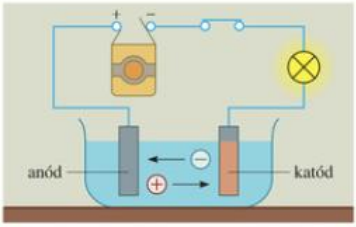


47.2. A rézgálic ($CuSO_4$) vizes oldatából a réz a katódon válik ki.

A szabadon mozgó ionokkal rendelkező folyadékokat elektrolitoknak nevezzük. Elektrolit például a sók, savak, lúgok vizes oldata.

Az elektrolitokban az ionok rendezett mozgása az elektromos áram.

Az áramforrás negatív pólusára kapcsolt elektróda irányába a pozitív ionok áramlanak. Ezt a negatív elektródát **katód**nak nevezzük. A negatív ionok a pozitív elektróda felé vándorolnak. A pozitív elektróda neve **anód.**



47.3. Elektrolízis során a kationok a katód, az anionok az anód felé vándorolnak.

3D

Az elektrolitban áramló ionok az elektródákon semlegesítődnek és kiválnak. Ezt a folyamatot **elektrolízisnek** nevezzük. Elektrolízist alkalmaznak különböző tárgyak fémmel történő bevonására (nikkelezés, krómozás) és az alumíniumgyártásnál is.

Ha csapvízbe elektródákat helyezünk és ezeket egyenáramú áramforrásra kapcsoljuk, akkor az elektródákon gázfejlődést tapasztalunk.

A két elektródán keletkezett gázok elkülönítése érdekében úgynevezett vízbontó készüléket szokás alkalmazni. Ez egy U alakú cső, melyben az elektródák a két cső aljában helyezkednek el. Így a vízbontó készülékben fejlődő gázok a megfelelő (+; –) elektródák fölötti csőben gyűlnek össze.

Kísérlettel kimutatható, hogy elektrolízis közben a víz elemeire: hidrogénre és oxigénre bomlik.



47.4. *Miért lehet elektrolízissel felbontani a vizet?*

AZ ÉLETTANI HATÁS

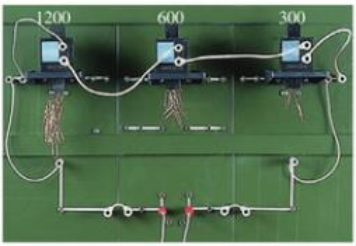
Az élő szervezetek sejtnedve elektrolit. Az élő szervezetek, így az emberi test is vezeti az elektromos áramot.



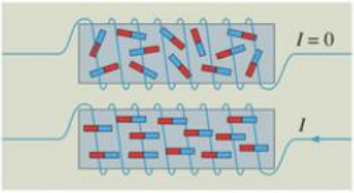
48.1. *Luigi Galvani (1737–1798)* itáliai professzor kísérletében az állati testnedv volt az elektrolit.



48.2. Az áramjárta tekercs mágneses mezője hasonló a rúdmágnes mágneses mezőjéhez.



48.3. Az elektromágnes mezőjének erőssége a tekercs menetszámától is függ.



48.4. Ha a tekercsben áram folyik, a vasmagban a kis mágnesek rendeződnek.

A sejteken áthaladó áram változást hoz létre az élő szervezetben. Ez a változás a sejteken átfolyó áram erősségétől függ. Az emberi testen átfolyó áram erősségét az áramforrás feszültségének nagysága és a test elektromos ellenállása határozza meg.

Az elektromos áram **élettani hatása** leggyakrabban izomösszehúzódásban, égési sérülésekben és a sejtnedvek összetételének megváltozásában nyilvánul meg. Már a mindössze 0,01 A erősségű áram is izomgörcsöt, ha a szíven megy át, szívizomgörcsöt okoz. **A 0,1 A-es vagy ennél erősebb áram áthaladása az emberi testen már életveszélyes!**

A MÁGNESES HATÁS

A korábbi kísérletek alapján megállapítottuk, hogy az elektromos áramnak mágneses hatása van.

Ha egy áramjárta tekercs köré vasreszeléket szórunk, megfigyelhetjük, hogy annak mágneses mezője hasonló a rúdmágnes mágneses mezőjéhez. A mágneses pólusok azonban a tekercsnél felcserélődnek, ha az áram irányát megváltoztatjuk.

A tekercs körüli mágneses mező erősebb, ha a tekercsben folyó áram erőssége nagyobb, vagy ha a tekercsbe vasrudat, úgynevezett **vasmagot** helyezünk. Azonos körülmények között a nagyobb menetszámú tekercs körül erősebb a mágneses mező.

Az áramjárta tekercset, ha vasmag van benne, **elektromágnesnek** nevezzük. Kísérlettel megállapítható, hogy:

Az elektromágnes mágneses mezőjének erőssége függ a tekercsén átfolyó áram erősségétől, a tekercs menetszámától és attól, hogy belsejében milyen anyag van.

A VASMAG SZEREPE

A vas mágnességét úgy képzeljük el, hogy benne kicsiny természetes mágnesek vannak, amelyek rendezetlenül helyezkednek el. Ha a tekercsben áram folyik, akkor a vasmagjában levő kis mágnesek úgy rendeződnek, hogy együttes hatásukkal növelik a mágneses mező erősségét. Megszüntetve a tekercsben az áramot, megszűnik a körülötte levő mágneses mező, a vasmag mágneses részecskéi ismét rendezetlenül helyezkednek el.

OLVASD EL!

GALVÁNELEMEK

Az elektromosság vizsgálatát jelentősen előmozdította **Luigi Galvani** (1737–1798), bolognai anatómiaprofeszszor. Galvani észrevette, hogy a kísérleteihez használt, rézhorogra akasztott békacomb, ha vasrúdhoz ér, összerándul. A jelenséget Alessandro Volta magyarázta meg. Kimutatta, hogy két olyan fém között, amelyek közös elektrolittal érintkeznek, mindig van feszültség. Galvani kísérletében az elektrolit a béka testnedve volt.

Ha két különféle fém, vagy egy fém és egy szén elektródát elektrolitba helyezünk, akkor galvánelemet kapunk. Ilyenkor az elektrolit és a belemerülő elektródák között olyan kémiai változás játszódik le, amelynek eredményeként az egyik lemez negatív, a másik pozitív elektromos állapotba kerül. A két elektróda között ilyenkor mérhető feszültség a galvánelemre jellemző.

A mindennapi életben használt ceruzaelemek, lapos- és gombelemek galvánelemek. Ezekben a negatív elektróda lehet pl. cinkhenger, ez egyben az elem fala, amit kívülről papír vagy műanyag szigeteléssel vonnak be. A pozitív elektróda egy szénrúd, amelyet egy barnakő henger vesz körül. Az elektrolit a két henger közti részbe töltött sűrű, kocsonyás ammónium-klorid-oldat.

Ha az elem kimerül, a cinkhenger anyaga elhasználódik, az elektrolit kifolyhat az elemből. Ez a folyadék – amellett, hogy tönkreteheti a használt elektromos eszközt – a környezetet is súlyosan szennyezi.

AZ AKKUMULÁTOR

Ha két ólomlemezt hígított kénsavoldatba helyezünk, majd azokat egy ampermérő beiktatásával áramforrás pólusaihoz kapcsoljuk, akkor az ampermérő áramot jelez. Az eredetileg szürke ólomlemezek színe fokozatosan megváltozik, az egyik barna, a másik fekete lesz. Ebből is látható, hogy ott elektrolízis játszódik le.

Ha az áramforrás helyett egy fogyasztót iktatunk be és így zárjuk az áramkört, az ampermérő az előzővel ellentétes irányú áramot jelez. Az előző folyamattal tehát ezt a berendezést galvánelemmé alakítottuk át. Az így kapott galvánelem működése közben az ólomlemezek színe fokozatosan újra szürke lesz. A berendezés visszaalakul eredeti állapotába. Ez a két ellentétes folyamat sokszor megismételhető.

Az olyan berendezést, amely elektrolízissel ismételten galvánelemmé alakítható, akkumulátornak nevezzük.



49.1. A hígított kénsavba merülő réz- és cinklemezek között feszültség mérhető.

Jelölés	Feszültség	Elnevezés
AAA	1,5 V	mikro
AA	1,5 V	ceruza
C	1,5 V	baby
D	1,5 V	góliát
9,0 V	9,0 V	9 voltos

49.2. Szárazelemek néhány adata.



49.3. Ólomakkumulátor töltés közben.



49.4. Különféle típusú akkumulátorok.

3D

Akkumulátort használnak pl. autókban, mobiltelefonokban, videókamerákban, kórházi műtőkben áramszünet esetén és sok olyan helyen, ahol hálózati áramforrás nem alkalmazható.

A kimerült galvánelemek és az elhasználódott akkumulátorok a környezetre káros anyagokat tartalmaznak, ezért nem szabad szemétbe dobni, hanem a kijelölt gyűjtőhelyeken kell leadni azokat. Azzal is védjük a környezetünket, ha több száz galvánelem helyett egyetlen, sokszor feltölthető akkumulátort használunk.

A korszerű kémiai áramforrásokat olyan anyagokból készítik (pl. lítium, nikkel), amelyek hosszabb élettartamot biztosítanak az elemeknek és kevésbé szennyezik a környezetet.



50.1. Különféle célt szolgáló galvánelemek és akkumulátorok (1). Tönkrement galvánelem (2). Akkumulátortöltő (3). Gombelemek (4). Az elhasznált elemek és akkumulátorok gyűjtőládája (5).

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit jelent az energiamegmaradás törvénye az elektromos áram hőhatásánál?
2. Mit nevezünk elektrolitnak?
3. Elektrolitban milyen részecskék rendezett mozgása az elektromos áram?
4. Hogyan nevezik a negatív elektródát?
5. Mi a neve a pozitív elektródának?
6. Mi az elektrolízis?
7. Miben nyilvánul meg az elektromos áram élettani hatása?
8. Mi az elektromágnes?
9. Mitől függ az elektromágnes mágneses mezőjének erőssége?

5. Az elektromos munka és teljesítmény kiszámítása

AZ ELEKTROMOS MUNKA

Az elektromos tulajdonságú részecskék az elektromos mező hatására áramlanak. Ilyenkor az elektromos mező munkát végez.

Az elektromos mezőt munkavégzés szempontjából a feszültség jellemzi. A feszültség az elektromos munka és a közben átáramlott elektromos töltés hányadosaként határozható meg. Ebből következik, hogy az elektromos munka a feszültség és az átáramlott töltés szorzataként számítható ki.

$$U = \frac{W}{Q} \quad \Rightarrow \quad W = U \cdot Q$$

A feszültség könnyen mérhető, az elektromos töltés pedig az áramerősség és az idő szorzataként adható meg.

$$Q = I \cdot t$$

Az elektromos munka a feszültség, az áramerősség és az áramlási idő szorzataként is kiszámítható.

$$W = U \cdot I \cdot t$$



51.1. Az akkumulátorról működtetett elektromotor munkavégzésre képes.



51.2. Az elektromos áramot az áramforrás elektromos mezője hozza létre.

$$W = U \cdot I \cdot t$$

AZ ELEKTROMOS TELJESÍTMÉNY

Az elektromos folyamatok egyik fontos jellemzője a teljesítmény. Ezért az elektromos fogyasztókon feltüntetik, hogy 230 V-os áramforrásra kapcsolva hány wattosak. A 100 W-os izzó pl. jobban világít, mint a 60 W-os, mert benne ugyanannyi idő alatt nagyobb energiaváltozás jön létre.

Mivel a fogyasztókon bekövetkező energiaváltozás egyenlő az elektromos munkával, a teljesítmény pedig az energiaváltozás és az idő hányadosa:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I \,.$$

Az elektromos teljesítmény a fogyasztó kivezetései között mérhető feszültség és a rajta átfolyó áram erősségének szorzataként számítható ki.



51.3. *Milyen adatok olvashatók le az izzólámpáról?*

$$P = U \cdot I$$

3D



52.1. Az energiatakarékosság a környezetvédelem egyik fontos lehetősége.

A villanyszámla összege attól függ, hogy hány kWh a fogyasztás és mennyibe kerül 1 kWh elektromos energia.

Az elektromos energiával nemcsak gazdasági szempontból, hanem környezetvédelmi okok miatt is takarékoskodni kell.

MIT MÉR A „VILLANYÓRA"?

Az elektromos fogyasztók működtetése közben a hálózat elektromos energiája csökken. **Az elektromos fogyasztásmérő** (villanyóra) ezt **az energiacsökkenést méri.** Az elektromos berendezések fogyasztása kiszámítható a teljesítménynek és az üzemeltetés időtartamának szorzataként.

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \Delta E = P \cdot \Delta t$$

Az elektromos berendezések fogyasztását a gyakorlatban wattmásodpercben (Ws) vagy kilowattórában (kWh) mérik. A wattmásodperc és a kilowattóra tehát az energia mértékegysége.

1 Ws az az energiaváltozás, ami pl. 1 W teljesítményű fogyasztón 1 másodperc alatt következik be. Az 1 kWh energiaváltozás pedig pl. 1 kW teljesítményű fogyasztón 1 óra alatt jön létre.

$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$
$$1 \text{ kWh} = 3600 \text{ kJ}$$

OLVASD EL!

Az elektromos készülékeket mindig meghatározott feszültségre és teljesítményre méretezik. Ezt nevezzük **névleges feszültségnek,** illetve **névleges teljesítménynek.** Ezeket az adatokat a fogyasztón fel is tüntetik. A tényleges teljesítmény csak akkor egyezik meg a névleges teljesítménnyel, ha a fogyasztót az előírt feszültségű áramforrásra kapcsolják. Valójában tehát **a tényleges teljesítmény nem a fogyasztót, hanem az elektromos folyamatot jellemzi.**

Egy elektromos készülék kivezetéseit nem szabad az előírtnál nagyobb feszültségű áramforrásra kapcsolni, mert akkor a készüléken átfolyó áram erőssége is nagyobb lesz a megengedettnél. A nagyobb erősségű áram a készüléket tönkreteheti.

Párhuzamos kapcsolás esetén – ha a fogyasztókat a névleges feszültségnek megfelelő áramforrásra kapcsoljuk – mindegyik fogyasztó a névleges teljesítménnyel működik. Ezért is előnyös ez a kapcsolás például a hálózati elektromos berendezések használatánál.

Néhány elektromos fogyasztó névleges teljesítménye:

FOGYASZTÓ	NÉVLEGES TELJESÍTMÉNY	FOGYASZTÓ	NÉVLEGES TELJESÍTMÉNY
zsebizzó	1 – 2 W	kávéfőző	700 – 1100 W
ventilátor	35 – 80 W	hősugárzó	600 – 4000 W
izzólámpa (háztartási)	15 – 100 W	vasaló	1200 – 1800 W
számítógép	200 – 300 W	vízmelegítő	1400 – 2400 W
mosógép	1000 – 1200 W	villanytűzhely	3 – 10 kW
porszívó	1100 – 1800 W	villamos mozdony	1600 – 7000 kW

FIGYELD MEG!

1. Az elektromos munka és teljesítmény az ellenállás felhasználásával is kiszámítható:

$R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = I \cdot R$ és $I = \frac{U}{R}$, ezek behelyettesítésével $W = I^2 \cdot R \cdot t$, illetve $W = \frac{U^2}{R} \cdot t$ és $P = I^2 \cdot R$, illetve $P = \frac{U^2}{R}$.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Hogyan számítható ki az elektromos munka?
2. Milyen összefüggés van az elektromos munka és az átáramlott töltés között, ha a feszültség állandó?
3. Milyen szempontból jellemzi a teljesítmény az energiaváltozási folyamatokat?
4. Mit mutat meg az elektromos teljesítmény?
5. Hogyan számítjuk ki az elektromos teljesítményt?
6. Mit mér a villanyóra?
7. Melyik mennyiség mértékegysége a kWh?
8. Miért kell takarékoskodni az elektromos energiával?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Mit jelent az 1 W teljesítmény? (Mondj több példát!)
2. Két elektromos fogyasztó közül az elsőn – ugyanakkora időtartam alatt – kétszer akkora energiaváltozás jön létre, mint a másodikon. Melyik fogyasztónak nagyobb a teljesítménye? Indokold válaszod!
3. Két elektromotor közül a második háromszor annyi munkát végzett. Milyen feltétellel igaz, hogy a két motor teljesítménye egyenlő?
4. Egy 40 W-os és egy 60 W-os izzó közül melyiknél nagyobb az 1 s alatt bekövetkező energiaváltozás? Miért?
5. Hogyan változna egy fogyasztó teljesítménye, ha az előírt 230 V helyett 115 V feszültségű áramforrásról működtetnénk?
6. Miért nem szabad az izzólámpát az előírtnál nagyobb feszültségű áramforrásról működtetni?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Mennyi munkát végez az elektromos mező, miközben 5 C töltést áramoltat át két pontja között, ahol 10 V a feszültség?

$Q = 5\ \text{C}$
$U = 10\ \text{V}$
$W = ?$

Következtetéssel:

U	Q	W
1 V	1 C	1 J
10 V	1 C	$10 \cdot 1\ \text{J} = 10\ \text{J}$, mivel $W \sim U$
10 V	5 C	$5 \cdot 10\ \text{J} = \mathbf{50\ J}$, mivel $W \sim Q$

Képlettel: $W = U \cdot Q = 10\ \text{V} \cdot 5\ \text{C} = \mathbf{50\ J}$

2. Mennyi az 1 perc alatt végzett elektromos munka, ha a fogyasztó két kivezetése között mért feszültség 4,5 V, a rajta áthaladó áram erőssége pedig 0,1 A?

$t = 1\ \text{min} = 60\ \text{s}$
$U = 4{,}5\ \text{V}$
$I = 0{,}1\ \text{A}$
$W = ?$

Következtetéssel:

I	U	t	W
1 A	1 V	1 s	1 J
0,1 A	1 V	1 s	0,1 J
0,1 A	4,5 V	1 s	0,45 J
0,1 A	4,5 V	60 s	27 J

Képlettel: $W = U \cdot I \cdot t = 4{,}5\ \text{V} \cdot 0{,}1\ \text{A} \cdot 60\ \text{s} = \mathbf{27\ J}$

3. A 230 V feszültségű hálózatra kapcsolt izzólámpán átfolyó áram erőssége 0,45 A. Mennyi az izzólámpán 10 perc alatt létrejött energiaváltozás? Mekkora a teljesítmény?

$U = 230\ \text{V}$
$I = 0{,}45\ \text{A}$
$t = 10\ \text{min} = 600\ \text{s}$
$\Delta E = ?;\quad P = ?$

$$\Delta E = W = U \cdot I \cdot t;\quad P = \frac{\Delta E}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$$

$$\Delta E = 230\ \text{V} \cdot 0{,}35\ \text{A} \cdot 600\ \text{s} = 60030\ \text{J} = \mathbf{60{,}03\ kJ}$$

$$P = U \cdot I = 230\ \text{V} \cdot 0{,}45\ \text{A} = \mathbf{103{,}5\ W} \approx 100\ \text{W}$$

4. 230 V-os, 500 W-os merülőforralót 5 percig működtetünk. Mekkora az energiaváltozás? Mekkora a merülőforralón átfolyó áram erőssége, ha a hálózatra kapcsoljuk?

$U = 230\ \text{V}$
$P = 500\ \text{W}$
$t = 5\ \text{min} = 300\ \text{s}$
$\Delta E = ?;\quad I = ?$

$$\Delta E = P \cdot t = 500\ \text{W} \cdot 300\ \text{s} = 150000\ \text{J} = \mathbf{150\ kJ}$$

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{500\ \text{W}}{230\ \text{V}} = \frac{500\ \text{V} \cdot \text{A}}{230\ \text{V}} = \mathbf{2{,}17\ A}$$

5. Mekkora az áramforrás feszültsége, ha a melegítőpárna fűtőszálán 260 mA-es áram folyik át, és a teljesítménye 60 W?

$P = 60\ \text{W}$
$I = 260\ \text{mA} = 0{,}26\ \text{A}$
$U = ?$

$$P = U \cdot I \Rightarrow U = \frac{P}{I} = \frac{60\ \text{W}}{0{,}26\ \text{A}} = \frac{60\ \text{V} \cdot \text{A}}{0{,}26\ \text{A}} = \mathbf{230\ V}$$

6. Egy mosógép teljesítménye 750 W. Mennyibe kerül az üzemeltetése, ha egy program lefutása 45 perc és 1 kWh elektromos energia 35 Ft-ba kerül?

$P = 750\,\text{W} = 0{,}75\,\text{kW}$

$t = 45\,\text{min} = \frac{3}{4}\,\text{h}$

$\Delta E = ?$; Fizetendő $= ?$

$\Delta E = P \cdot t = 0{,}75\,\text{kW} \cdot \frac{3}{4}\,\text{h} = \mathbf{0{,}5625\ kWh}$

Fizetendő: $0{,}5625 \cdot 35\,\text{Ft} = \mathbf{20\ Ft}$

SZÁMÍTSD KI!

1. Mennyi az elektromos munka, ha 10 C elektromos töltés átáramlása közben a fogyasztó kivezetésein mért feszültség 12 V?

2. Mennyi az elektromos munka, miközben 5 C elektromos töltés áramlik át azon a forrasztópákán, amelyet 42 voltos áramforrásra kapcsoltak?

3. Számítsd ki a hiányzó adatokat!

3

W	*Q*	*U*
J	12 C	50 V
J	0,1 C	220 V
J	100 C	10 V

4. Egy áramkör főágában 600 mA az áram erőssége. Mennyi az elektromos munka 30 perc alatt, ha az áramforrás feszültsége 12 V?

5. Egy 4,5 V feszültségű zsebtelepre kapcsolt zsebizzón 5 percig 0,2 A erősségű áram folyik. Mennyi az izzón végzett elektromos munka?

6. Egy 4,5 V-os zsebtelep lemerüléséig 1,5 órán át képes működtetni egy zsebizzót, amin közben 0,2 A erősségű áram halad át. A zsebtelep ára 400 Ft. Mennyibe kerül 1 J elektromos munka?

7

U	*I*	*t*	*W*
1 V	1 A	1 h	Wh
4,5 V	0,3 A	30 s	Ws
220 V	2 A	3 h	Wh

7. Számítsd ki a hiányzó adatokat!

8. Mekkora a zsebizzó teljesítménye, ha 4,5 V-os zsebtelepre kapcsolva rajta 0,3 A erősségű áram folyik?

9. Számítsd ki a hiányzó adatokat!

9

U	*I*	*P*
100 V	4 A	W
220 V	25 mA	W
V	1,5 A	90 W
V	20 A	40 kW
110 V	A	4,4 kW
10 kV	A	2500 W

10. Mennyi idő alatt végez 120 kJ munkát egy 0,4 kW-os mosógépmotor?

11. 24 V-os áramforrásra kapcsolt forrasztópákán 2 A-es áram folyik. Mennyi a teljesítmény? Mekkora az energianövekedés 5 perc alatt?

12. Mekkora az áthaladó áram erőssége az 1200 W-os porszívó motorján, ha 230 V-os hálózatra kapcsoljuk?

KERESD A MEGOLDÁST!

Egyes becslések szerint az Európai Unióban az összes készenléti állapotban hagyott berendezés évente annyi elektromos energiát használ fel, mint Magyarország teljes évi fogyasztása. Számítsd ki, mennyi pénzt lehetne otthon 1 év alatt megtakarítani, ha a televíziókészüléket használaton kívül teljesen kikapcsolnátok! Tegyük fel, hogy naponta 4 órát nézitek a televíziót, és egy nem energiatakarékos készülék teljesítménye készenléti állapotban 10 W. (A elektromos energia aktuális árát a villanyszámlán találod meg.)

1. A megoldáshoz ismerni kell az elektromos energia egységárát, valamint meg kell határozni, hogy készenléti állapotban egy nap, illetve egy év alatt mennyi energiát fogyaszt a készülék.

2. Mivel naponta 4 órát nézzük a televíziót, ezért 1 nap alatt 20 órát működik készenléti állapotban 10 W teljesítménnyel. Az egy nap alatt felhasznált energiát az $E_{nap} = P \cdot t$ képlettel határozzuk meg.

3. $$E_{nap} = 10\ \text{W} \cdot 20\ \text{h} = 200\ \text{Wh} = 0{,}2\ \text{kWh}.$$

Az éves fogyasztás pedig:

$$E_{év} = 365 \cdot 0{,}2\ \text{kWh} = 73\ \text{kWh}.$$

2008-ban az elektromos áram egységára 35 $\frac{\text{Ft}}{\text{kWh}}$, ez alapján ennek az éves fogyasztásköltsége

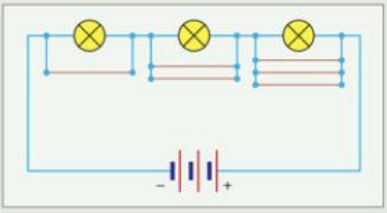
$$73\ \text{kWh} \cdot 35\ \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} = 2555\ \text{Ft}.$$

Egy év alatt tehát a napi 20 órát készenléti állapotban hagyott televíziókészülék 2555 Ft árú elektromos energiát használ el.

Végezz hasonló számításokat egyéb otthon használatos, készenléti állapotban hagyható berendezésre is (pl. számítógép monitor, DVD-lejátszó)! Elektromos fogyasztásukat az interneten vagy a műszaki leírásukban találod meg.

FELADATOK

1. A tanulókísérleti egységcsomagban található 3 egyforma zsebizzót kapcsoljunk sorba egy zsebtelephez! Hasonlítsd össze az izzók fényerejét! Válassz ki az egységcsomagból 6 egyforma hosszúságú, keresztmetszetű és anyagú huzaldarabot, és az ábra szerint kapcsold az egyes izzókhoz! Figyeld meg, hogyan változik az izzók fényessége! Adj magyarázatot a megfigyeltekre!





2. A galvanizálás elektromos árammal történő fémbevonást jelent. Magyarázd meg, hogyan lehet ilyen eljárással rézbevonatot készíteni különböző anyagú tárgyakra! Tervezd meg a folyamatot!

3. Nézz utána az interneten, hogyan alkalmazzák a fizikoterápiás és a kozmetikai kezeléseknél az elektromos áramot! Magyarázd meg néhány alkalmazás működési elvét!

4. Az élő szervezetek működésük közben maguk is termelnek elektromos áramot. Ezt az áramot vizsgálja az EKG és az EEG készülék. Olvass utána, hogyan működnek, és mire használja ezeket az orvostudomány!

5. Tervezz olyan áramerősségmérőt, amely az elektromos áram hő-, vagy kémiai, vagy mágneses hatásán alapul!

6. Készíts otthon galvánelemet! Ehhez különféle fémeket és nagy nedvességtartalmú gyümölcsöket, zöldségeket (alma, citrom, burgonya, uborka...) használhatsz fel. Az iskolában mérjétek meg, hogy az így elkészült galvánelemek mekkora feszültségűek!

7. Bonts szét egy zsebtelepet, és nézd meg, milyen részekből áll! Készíts metszeti rajzot a zsebtelep felépítéséről!

8. Akinek amalgámtömésű foga van, és véletlenül ráharap egy alufólia darabra „megrázó" élményben van része. Mi lehet ennek az oka?



9. *a)* Nézz utána, milyen izzólámpákat lehet kapni! Készíts táblázatot, amelyben feltünteted az izzók feszültségértékét, teljesítményét, élettartamát, felhasználási területét, méretét, a foglalat és az üvegbura típusát!

b) Olvass utána, mit jelent az, hogy egy izzó energiatakarékos! Hasonlítsd össze az azonos fényteljesítményű hagyományos és energiatakarékos izzó elektromos fogyasztását, élettartamát és árát!

Végezz közelítő számítást, hogy mennyi idő alatt térül meg az energiatakarékos izzó ára! Számold ki, hogy öt év alatt hány forintot lehet megspórolni, ha otthon csak ilyen modern izzókat használtok! (Az elektromos energia árát az áramszámlán találod meg.)

10. Mit jelent az, hogy egy elektromos berendezés „A" energiaosztályú? Nézz utána, miben különböznek egymástól az egyes energiaosztályok!

11. Készítsünk tömény konyhasó-oldatot, és tegyünk bele egy kevés piros vízfestéket! Az így kapott oldatba mártsunk bele egy itatóspapír csíkot, majd tegyük rá a papírt egy üveglemezre! Két vezetéket kapcsoljunk zsebtelepre, és a másik végüket nyomjuk rá a papírra, egymástól 3 cm távolságra! Figyeljük meg a változást, és adjunk rá magyarázatot!

12. Nézz utána Luigi Galvani életének és munkásságának! Készíts kiselőadást a témában!

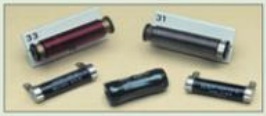
13. Lapozz vissza az I. témakör mintafeladatához! Módosítsd a kapcsolási rajzot úgy, hogy a hajszárító langyos és meleg levegő fújására is alkalmas legyen!

ÖSSZEFOGLALÁS

AZ ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS

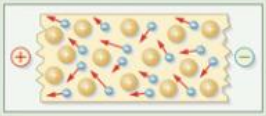
TEST

Vezető, fogyasztó, elektrolit stb., amelyben a szabad elektronok, ionok áramlanak.



TULAJDONSÁG

Nehezíti az elektromos tulajdonságú részecskék szabad áramlását.



MENNYISÉG

$I \sim U$ (Ohm törvénye)

Az ellenállás jele: R. $R = \frac{U}{I}$.

Mértékegysége: Ω; $1\Omega = \frac{1\text{V}}{1\text{A}}$.

A vezetők ellenállása: $R = \frac{\rho \cdot \ell}{A}$,

ahol ρ a fajlagos ellenállás.

TÖBB FOGYASZTÓ AZ ÁRAMKÖRBEN

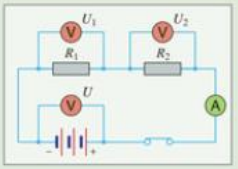
SOROS KAPCSOLÁS

Az áramlásnak csak egyetlen útja van:

$I = I_1 = I_2$

$U = U_1 + U_2$

$R_e = R_1 + R_2$



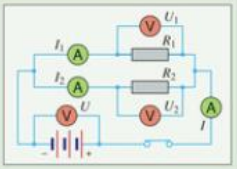
PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁS

Az áramlásnak több párhuzamos útja van:

$I = I_1 + I_2$

$U = U_1 = U_2$

$R_e < R_1$; $R_e < R_2$



AZ EGYENÁRAM HATÁSAI

HŐ

Az elektromos mező hatására az elektronok, ionok áramlanak, ütköznek.

A vezető, és így környezete felmelegszik.

KÉMIAI

Az elektrolitokban az elektromos mező hatására áramló ionok az elektródákon semlegesítődnek és kiválnak.

MÁGNESES

Az áramjárta vezető körül mágneses mező van.

Az elektromágnes erőssége függ a tekercsen átfolyó áram erősségétől, a tekercs menetszámától, méretétől és a vasmagtól.

AZ ÁRAM AZ ÉLŐ SZERVEZETRE ÉLETVESZÉLYES LEHET!

AZ ELEKTROMOS MUNKA

$W = U \cdot I \cdot t$

AZ ELEKTROMOS TELJESÍTMÉNY

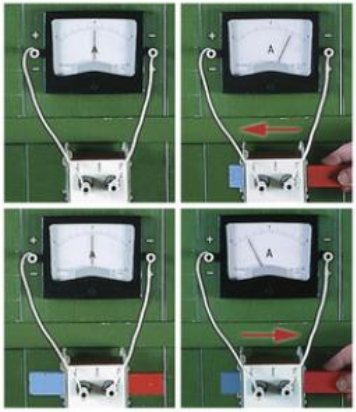
$P = U \cdot I$

III. fejezet

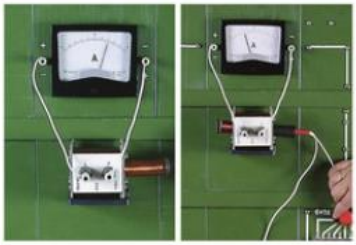
AZ ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ. A VÁLTAKOZÓ ÁRAM



1. Az elektromágneses indukció



60.1. Ha a tekercs belsejében a mágneses mező változik, az ampermérő áramot jelez.



60.2. Elektromágnes mágneses mezőjének változtatásával is létrehozható az elektromágneses indukció.



60.3. *Heinrich Lenz (1804–1865)* német fizikus, aki Szentpéterváron dolgozott.

Ha a tekercs kivezetéseihez árammérőt kapcsolunk, az nem jelez áramot. Amikor a tekercsbe, folyamatosan mozgatva, mágnesrudat tolunk, az ampermérő áramot jelez, annak ellenére, hogy a tekercshez nem kapcsoltunk áramforrást.

Ha a tekercsben a mágnesrúd nyugalomban van, nem tapasztalunk elektromos áramot. A mágnesrúd kihúzásakor az előzővel ellentétes irányú áram folyik a tekercsben.

Amikor a mágnesrudat az előzővel ellentétes pólusú végével toljuk be a tekercsbe, majd kihúzzuk abból, az ampermérő ismét áramot jelez, de az előzőekkel ellentétes irányút. Ugyanilyen folyamat játszódik le akkor is, ha a tekercset mozgatjuk a mágneshez képest.

Ezekben a kísérletekben akár a mágnest, akár a tekercset mozgattuk, a tekercs belsejében változott a mágneses mező, és eközben a tekercsben elektromos áram folyt.

Ha egy tekercs belsejében változik a mágneses mező, akkor a tekercs kivezetéseihez kapcsolt ampermérő áramot jelez. Eddigi tapasztalataink szerint elektromos áramot csak elektromos mező hozhat létre. **A mágneses mező változásakor** tehát **elektromos mező keletkezik.** Ezért egy tekercs, melynek belsejében változik a mágneses mező, áramforrásként használható.

A tekercs belsejében elektromágnessel is létrehozhatunk változó mágneses mezőt. Ezt elérhetjük akár az elektromágnes mozgatásával, akár a tekercsben nyugvó elektromágnes áramának ki- és bekapcsolásával, vagy áramerősségének változtatásával.

Azt a jelenséget, amely során a mágneses mező változása elektromos mezőt hoz létre, elektromágneses indukciónak nevezzük.

Az így létrehozott elektromos mezőt jellemző feszültség az **indukált feszültség,** az így létrejövő áram az **indukált áram.**

Az indukált áram iránya attól függ, hogy a tekercs belsejében melyik pólus körüli mágneses mező változik, és az erősödik-e vagy gyengül.

Az indukált áram iránya mindig olyan, hogy mágneses hatásával akadályozza az indukciót létrehozó mozgást, változást.

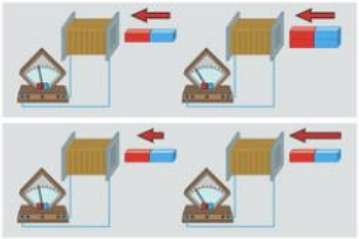
Ezt a törvényt Lenz (ejtsd: lenc) ismerte fel 1834-ben, ezért tiszteletére Lenz-törvénynek nevezzük.

Ha egy zárt áramkörben a fogyasztók ellenállása nem változik, akkor ott az áram erőssége és az áramforrás feszültsége egymással egyenesen arányos. Ezért az indukált áram erősségéből az indukált feszültség nagyságára lehet következtetni.

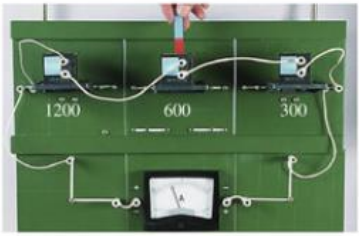
Egy tekercsben nagyobb az indukált áram erőssége, tehát az indukált feszültség is, ha a belsejében gyorsabban változik a mágneses mező. Ezt pl. úgy érhetjük el, ha a tekercsben a mágnesrudat gyorsabban, vagy erősebb mágnest ugyanolyan sebességgel mozgatunk.

Kapcsoljunk sorba különböző menetszámú tekercseket és egy amperméröt! Ha egymás után mindegyik tekercsben ugyanakkora sebességgel mozgatjuk ugyanazt a mágnest, akkor a mérőműszer különböző erősségű áramokat jelez. Minél nagyobb a tekercs menetszáma, annál nagyobb az indukált áram erőssége, tehát az indukált feszültség is.

Egy tekercs kivezetései között annál nagyobb az indukált feszültség, minél gyorsabban változik a tekercsben a mágneses mező és minél nagyobb a tekercs menetszáma.



61.1. Egy tekercsben a mágneses mező gyorsabban változik, ha erősebb a mozgó mágnes, vagy gyorsabban mozgatjuk azt.



61.2. *Melyik tekercs kivezetései között lesz nagyobb az indukált feszültség?*

OLVASD EL!

Az elektromágneses indukciót **Michael Faraday** (ejtsd: feredéj) angol fizikus fedezte fel. Faraday 1791-ben, egy London melletti kis faluban született. Apja kovácsmester volt, akinek jövedelme nem tette lehetővé tehetséges fia taníttatását. Ezért már serdülőként, 13 évesen dolgoznia kellett. Először kifutófiú, majd inas lett egy könyvkötőnél.

A könyvekkel foglalatoskodó fiú megszerette az olvasást. Érdeklődése hamarosan a természettudományok felé fordult, különösen kémiai és a villamos kísérleteket végzett szívesen. Ezt írja ifjúkoráról: *„Inaskoromban szerettem a kezembe kerülő tudományos könyveket elolvasni. Egyszerű kísérleteket végeztem, amelyek hetenként néhány fillérbe kerültek, és villamos gépet is szerkesztettem."*

20 éves korában fizikai előadásokat kezdett látogatni. Ezek során ismerkedett meg Davyvel, a Royal Institution kémiaprofesszorával, aki az érdeklődő fiatalembert kísérleteinek előkészítéséhez alkalmazta laboratóriumában. Faraday nagy örömmel fogadta a megbízást, s élete további 45 évében az intézetben maradt. Először Davy segédjeként, azután munkatársaként, Davy halála után pedig utódaként dolgozott.



61.3. *Michael Faraday (1791–1867)*, angol fizikus. Ő ismerte fel 1831-ben az elektromágneses indukció jelenségét.

Számos közleménye jelent meg tudományos folyóiratokban, de még figyelemreméltóbb a naplója, amelyet 1820-tól 1862-ig folyamatosan vezetett. Lejegyzett és közzétett önálló kutatási eredményeivel meglepte a tudományos világot.

Az 1831-ben felfedezett elektromágneses indukción kívül az ő nevéhez fűződik az elektrolízis törvényeinek megállapítása, valamint a benzol felfedezése. Munkásságának elismeréseképpen a külföldi tudományos akadémiák kitüntetésekkel halmozták el.

Faraday sohasem feledkezett meg arról, hogyan is kezdődött tudományos pályafutása. Ha felkérték, szívesen tartott népszerű tudományos előadásokat is. Volt módja választani a vagyon és a tudomány között, ő az igazi értéket, a *Tudást* választotta. Ezért elismert tudósként, de szegényen halt meg 1867-ben.

Részlet Faraday naplójából:
„Egy henger alakú mágnesrudat vettem, és egyik végét a réztekercs közepébe helyeztem. Majd egy gyors mozdulattal a tekercsbe dugtam a mágnest, és a galvanométer (áramerősség mérésére szolgáló eszköz) mutatója kilengett a helyéből. Majd ugyanilyen gyorsan kihúztam a mágnest a tekercsből, és a mutató a másik irányba tért ki. Így történt ez, valahányszor a mágnest behelyeztem vagy kihúztam a tekercsből. Ez azt jelenti, hogy az elektromos hullám csak a mágnes mozgatásával jön létre, és nem olyan tulajdonság következtében, amelyekkel egy nyugvó mágnes is rendelkezik." – írta Faraday a naplójában az elektromágneses indukció felfedezéséről.

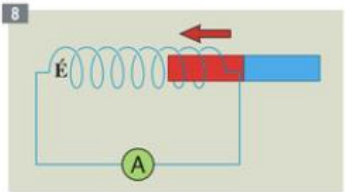
ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mi a feltétele annak, hogy elektromágneses indukció jöjjön létre?
2. Mitől függ az indukált feszültség?
3. Hogyan függ az indukált feszültség a tekercs menetszámától?
4. Milyen az indukált áram iránya?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Hogyan lehet megváltoztatni egy tekercs belsejében a mágneses mezőt?
2. Miért jön létre elektromágneses indukció, amikor a tekercsben levő elektromágnes áramkörét zárjuk, illetve nyitjuk?
3. Miért jön létre elektromágneses indukció, amikor a tekercsben levő elektromágnesen átfolyó áram erősségét változtatjuk?
4. Lejátszódik-e elektromágneses indukció, ha egy tekercsben rézrudat mozgatunk? Indokolj!
5. Egy mágnesrudat ugyanabból a tekercsből húzunk ki először három, másodszor egy másodperc alatt. Melyik esetben nagyobb az indukált áram erőssége? Miért?
6. Ugyanazzal az elektromágnessel két esetben hoznak létre elektromágneses indukciót. Először egy 100, majd egy 600 menetes tekercs belsejében mozgatják ugyanolyan sebességgel. Melyiknél nagyobb az indukált feszültség?
7. Két elektromágnessel egymás után elektromágneses indukciót hozunk létre ugyanabban a tekercsben. A két elektromágnes csak menetszámban különbözik. Melyik esetben nagyobb az indukált feszültség?
8. Egy tekercsbe mágnest tolva a tekercs egyik végén É-i pólus alakul ki az ábra szerint. A mágnesnek melyik pólusú végével közelítünk a tekercshez?

8



2. A váltakozó áram

A VÁLTAKOZÓ ÁRAM LÉTREHOZÁSA

Elektromágneses indukció úgy is létrehozható, hogy egy nyugvó tekercs előtt mágnesrudat forgatunk. Ilyenkor az áram erőssége folyamatosan, az iránya pedig időközönként változik. Az áram iránya akkor változik meg, amikor a mágnesrúd valamelyik pólusa elhalad a tekercs vége előtt. **Az ilyen áramot, amelynek erőssége és iránya is változik, váltakozó áramnak nevezzük.**

A tekercs és az előtte forgó mágnes váltakozó áramú áramforrásként alkalmazható. Az elektromágneses indukció alapján működő áramforrásokat **generátoroknak** nevezik.

Ha a mágnes két tekercs között forog, akkor mind a két tekercsben egyidejűleg jön létre elektromágneses indukció. A két tekercset megfelelő módon összekapcsolva az indukált feszültségek összeadódnak.

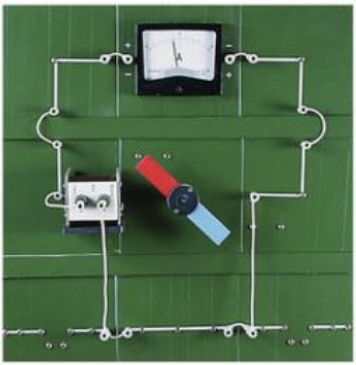
Nagyobb lesz az indukált feszültség akkor is, ha forgórészként rúdmágnes helyett erősebb elektromágnest alkalmazunk.

Az elektromos hálózat generátoraiban az elektromágnest pl. szélkerékkel, víz-, gáz- vagy gőzturbinával, illetve belső égésű motorral forgatják. Az álló tekercsekben indukált váltakozó áramot távvezetéken juttatják el a fogyasztókhoz.

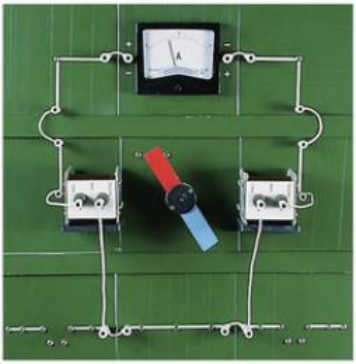
Magyarországon és sok más országban olyan váltakozó áramú generátorokat használnak, amelynek áramkörében az áram iránya másodpercenként 100-szor változik. Ez azt jelenti, hogy az elektronok másodpercenként 50-szer az egyik, 50-szer a másik irányba áramlanak. Az ilyen **hálózati áram másodpercenként 50 periódusú.** (Ezt szokás 50 hertzes váltakozó áramnak nevezni.)

A VÁLTAKOZÓ ÁRAM HATÁSAI

A váltakozó áramnak éppen úgy van **hőhatása,** mint az egyenáramnak. Mindegy, hogy az elektromos tulajdonságú részecskék milyen irányban mozogva „lökdösik" a vezető többi részecskéit, ez a mozgás mindig felmelegedést okoz. A hálózatra kapcsolt



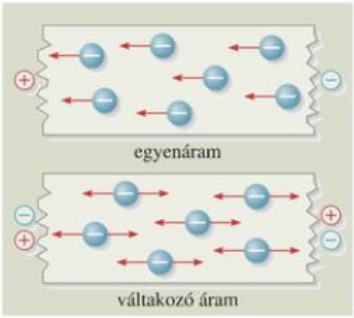
63.1. *Hogyan változik az indukált áram, ha a tekercs előtt mágnesrudat forgatunk?*



63.2. Váltakozó áramú generátor modellje



63.3. A paksi erőmű egyik generátora és a meghajtó rendszer



64.1. A szabad elektronok egyenáramnál egy irányba áramlanak, váltakozó áramnál ide-oda rezegnek.



64.2. *Mi okozhat balesetet az elektromos eszközök használatakor?*

elektromos fűtőberendezések és az izzólámpák működése is a váltakozó áram hőhatásán alapszik.

Az egyenáram kémiai hatására abból következtettünk, hogy az elektrolitból az elektródákon anyag válik ki.

Ha rézgálic oldaton váltakozó áramot vezetünk keresztül, egyik szénrúdon sem figyelhető meg rézkiválás. Ennek az az oka, hogy az áramirány váltakozása miatt az egyik pillanatban kivált réz a másik pillanatban visszajut az elektrolitba.

A váltakozó áramnak is van **kémiai hatása,** ez azonban az áramirány váltakozása miatt eltér az egyenáram kémiai hatásától.

A váltakozó áram **élettani hatása** hasonló, mint az egyenáramé. Ez a hatás a 42 voltnál nagyobb feszültségű áramforrás esetében életveszélyes is lehet (égés, szív- és idegközpont-bénulás, légzési zavarok stb.).

Kísérlettel megállapítható, hogy a váltakozó áramnak is van **mágneses hatása.**

A váltakozó árammal átjárt tekercs elé helyezett vaslemez a tekercs felé mozdul el. Ez azt igazolja, hogy a váltakozó árammal átjárt tekercs körül is van mágneses mező, amely a vasból készült tárgyakat mindig a tekercs felé vonzza.

A váltakozó árammal átjárt tekercs elé helyezett iránytű hegye azonban a tekercs előtt rezeg. Ennek az az oka, hogy a tekercs mágneses mezője a mágnestű hol vonzza, hol taszítja.

Ha egy tekercsben váltakozó áram folyik, körülötte váltakozó mágneses mező jön létre.

OLVASD EL!

Az első magyar fizikus, aki az elektromosságtanban – sokszor megelőzve a világot – jelentős eredményeket ért el, **Jedlik Ányos** volt. Jedlik 1800-ban született a Komárom megyei Szemő községben. Szegény paraszti sorban élő szülei nehezen tudták taníttatni, ezért papi pályára szánták. 1817-től a Benedek-rend tagja lett. Matematikából és fizikából 1821-ben, filozófiából és történelemből pedig 1822-ben szigorlatozott a pesti egyetemen, ahol doktorrá avatták.

Még ebben az évben a Benedek-rend győri gimnáziumához került, ahol kilenc évet töltött el. Matematikát, fizikát és általános természetrajzot tanított. Szertárában megkezdte kísérletező munkáját. 1826-ban szódavízgyártó készüléket szerkesztett, amely alapja lett az első magyar szikvízgyártó üzemnek. Érdeklődése a „varázslatos villanydelejesség" felé fordult. 1827-ben már elektromotort alkotott – melyet „elektromágneses forgókészüléknek" nevezett –, de találmányát nem szabadalmaztatta.

1831–40 között Jedlik a pozsonyi akadémia fizika tanszékére került, ahol folytatta kísérleteit. Az 1840-es év fordulópontot jelentett életében. Ekkor hívták meg a pesti egyetem fizika tanszékére tanárnak. Előadásai során több ízben tanúságot tett hazafias érzelmeiről. Elsőként tért át a latin nyelvű oktatásról a magyar nyelvű előadásra.

1848. március 15-én Jedlik Ányos volt a pesti egyetem bölcsészeti karának dékánja. Cselekedetei összhangban voltak felfogásával. Nem akart az egyetem biztonságot nyújtó katedrája mögé bújni, nemzetőrnek jelentkezett. A szabadságharc bukása után a kormányzat nehezen bocsátotta meg nemzetőri tevékenységét, mégis – tudományos munkásságának elismeréseként – tanácsosi címet kapott.

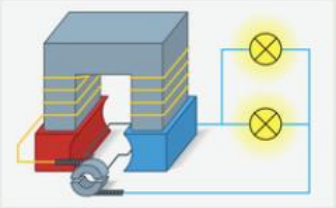
Faraday felfedezéseit megismerve arra gondolt, hogy egy áramfejlesztő gép saját áramát használja fel a gép elektromágnesének táplálására, kidolgozta a dinamó működési elvét. Számos találmánya közül az 1861-ben megszerkesztett dinamó volt a legjelentősebb. Ezzel a találmányával 6 évvel megelőzte a német Siemenst. Említést érdemelnek optikai kísérletei is.

A Magyar Tudományos Akadémia 1858-ban levelező tagjának, 1873-ban pedig tiszteletbeli tagjának választotta. Öregkorában is szorgalmasan munkálkodott.

1878-ban nyugállományba vonult és Győrbe költözött. Itt halt meg 1895-ben.



65.1. *Jedlik Ányos (1800–1895)*, magyar fizikus



65.2. A dinamó modellje

3D

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Hogyan hozhatunk létre váltakozó áramot?
2. Milyen áramot nevezünk váltakozó áramnak?
3. Mi a neve a váltakozó áramot előállító berendezésnek?
4. Mennyi a hálózati áram periódusa Magyarországon másodpercenként?
5. Mit nevezünk generátornak?
6. Milyen hatásai vannak a váltakozó áramnak?
7. A váltakozó áram milyen hatása miatt kell különös óvatossággal kezelni a hálózatra kapcsolt elektromos eszközöket?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Mit nevezünk a váltakozó áram periódusának?
2. Mekkora a hálózati áram egy periódusának időtartama Magyarországon?
3. Néhány országban a váltakozó áram 60 periódusú. Mit jelent ez?
4. Miért nem lehet váltakozó árammal fémbevonatot készíteni?
5. Milyen váltakozó árammal működő eszközöket használtok otthon? Csoportosítsd ezeket a váltakozó áram hatásai szerint!

ELSŐSEGÉLYNYÚJTÁS

ELEKTROMOS ÁRAM OKOZTA BALESETNÉL

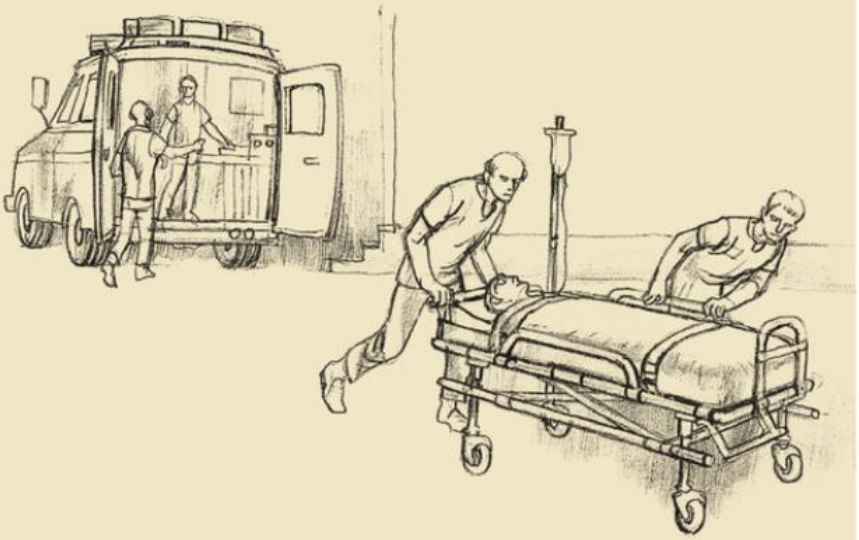
Az elektromos áram okozta balesetnél a sérültnek azonnal segíteni kell!

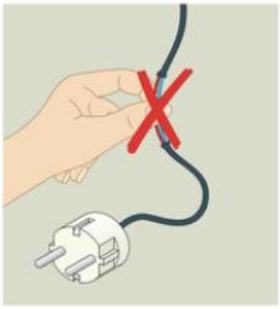
1. Minél gyorsabban ki kell szabadítani az áramkörből
- a megfelelő kapcsoló kikapcsolásával, vagy
- a vezeték hálózati csatlakozásának megszüntetésével, vagy
- az automata biztosíték kikapcsolásával, vagy
- az olvadóbiztosíték kicsavarásával.

Ha ezek közül egyik sem valósítható meg, akkor a vezetéket és a sérültet elválasztjuk egymástól. A vezetéket száraz fával vagy valamilyen szigetelő anyagból készült tárggyal szabad csak félretolni. A sérült testéhez vagy nedves ruhájához puszta kézzel nem szabad hozzányúlni, mert akkor a segítőt is áramütés éri.

2. Ha az áramkörből kiszabadított sérült nem lélegzik, akkor a mentő megérkezéséig azonnal mesterséges légzést kell alkalmazni. (A mesterséges légzés technikáját biológia vagy egészségtan tanulásod részeként ismerheted meg.)

3. Az elektromos áram okozta baleset sérültjét minden esetben – még ha jól érzi is magát – orvoshoz kell vinni, vagy orvost kell hozzá hívni.





Sérült szigetelésű elektromos eszközt használni életveszélyes!



Nedves kézzel elektromos berendezésekhez nyúlni tilos!



Soha ne dugd az ujjadat, vagy más apró tárgyat az elektromos csatlakozásba!



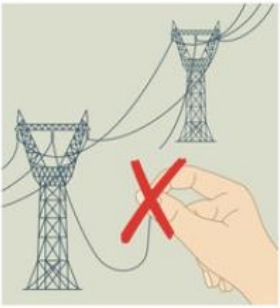
Ne érints meg egyszerre elektromos eszközt és földelt tárgyat!

VIGYÁZZ!

Az elektromos áram nemcsak hasznos, hanem veszélyes is! A tudás és az óvatosság azonban megvéd!



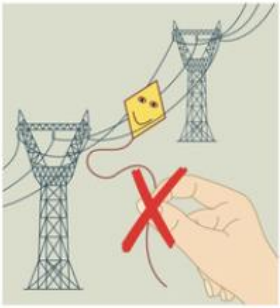
Viharban ne állj villámhárító vagy magas fa közelébe!



Ne érintsd meg a távvezeték leszakadt huzalját!



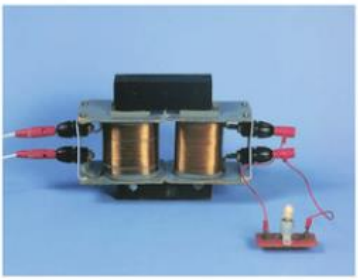
A nagyfeszültségű távvezetéket megközelíteni is életveszélyes, még az oszlopához se nyúlj!



A távvezetéken fennakadt papírsárkánynak még a zsinórját sem szabad megfogni!

3. A transzformátor

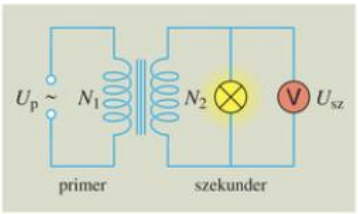
3D



68.1. A hálózatra kapcsolt transzformátor váltakozó áramú áramforrásként használható.

A transzformátor kapcsolási jelei:





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

PRIMER TEKERCS		SZEKUNDER TEKERCS	
Menetszám N_p	Feszültség U_p (V)	Menetszám N_{sz}	Feszültség U_{sz} (V)
600	24	2400	96
600	24	1200	48
600	24	600	24
600	24	300	12
600	24	200	8

Többször tapasztaltuk már, hogy az áramjárta vezetékek körül mágneses mező van, amelynek erőssége függ a vezetékben folyó áram erősségétől. Ha egy tekercsben váltakozó áram folyik, akkor körülötte váltakozó mágneses mező jön létre. Egy közelébe helyezett másik tekercsben ez váltakozó elektromos mezőt indukál, ami váltakozó áramot hoz létre. Ezt a hozzá kapcsolt ampermérő jelzi.

Kísérlettel megállapítható, hogy egy váltakozó áramú tekercs közelébe helyezett másik tekercsben áram indukálódik. Ebben a tekercsben erősebb lesz az indukált áram, ha a két tekercset közös vasmagra helyezzük.

A közös vasmagot és a rajta levő két tekercset transzformátornak nevezzük. A transzformátor működése az elektromágneses indukció jelenségén alapszik.

A transzformátornak az a tekercse, amelybe a váltakozó áramot vezetjük, a **primer tekercs,** a másik a **szekunder tekercs.** A szekunder tekercs áramforrásként használható.

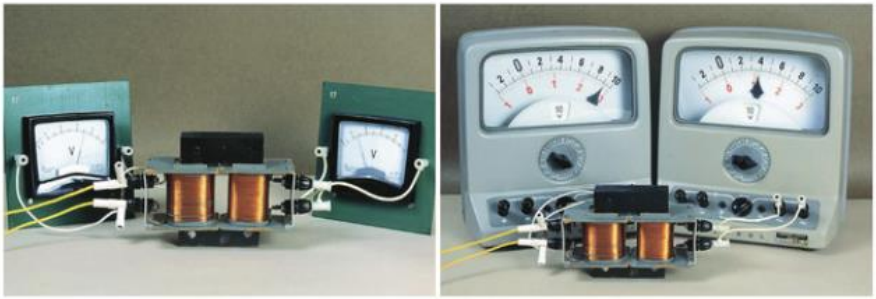
Ha egy váltakozó áramú áramforrásra kapcsolt primer tekercs menetszámát és a feszültséget változatlanul hagyjuk, de a szekunder tekercs menetszámát változtatjuk, akkor változik a szekunder tekercs kivezetésein mérhető ún. szekunder feszültség is.

A transzformátoroknál **ahányszorosa a szekunder tekercs menetszáma a primer tekercs menetszámának, annyiszorosa a szekunder feszültség a primer feszültségnek.** Ez azt jelenti, hogy a transzformátoroknál a megfelelő menetszámok és feszültségek hányadosa egyenlő.

A szekunder feszültség tehát a primer feszültségtől és a két tekercs menetszámának arányától függ.

Elektromos berendezéseink egy részét (elektromos csengő, forrasztópáka, hegesztőpisztoly, elektromos játékok stb.) a balesetveszély elkerülése végett a hálózati feszültségnél kisebb feszültséggel működtetjük (6–42 V). Ilyenkor a menetszámok megfelelő megválasztásával a feszültséget **letranszformálják.**

A reklámcsövek, fénycsövek, röntgenkészülékek 230 V-nál nagyobb feszültséggel működnek. Ezek használatához a feszültséget **feltranszformálják.**



69.1. A le- és feltranszformálás a tekercsek menetszámának megválasztásától függ. *Melyik képen melyik tekercs menetszáma a nagyobb?*

ENERGIAMEGMARADÁS A TRANSZFORMÁTORNÁL

Az energiamegmaradás a transzformátornál azt jelenti, hogy a primer és szekunder tekercsben az egyenlő idők alatt létrejött elektromos energiaváltozások egyenlők. Így a primer és szekunder tekercsben egyenlő az elektromos teljesítmény.

Kísérlettel is igazolható, hogy **a transzformátor tekercsein mérhető feszültségek és a megfelelő áramerősségek fordítottan arányosak.** Így a primer és szekunder tekercsen mérhető feszültség és áramerősség szorzata a két tekercsre vonatkozóan egyenlő.

PRIMER TEKERCS			SZEKUNDER TEKERCS		
U_p (V)	I_p (A)	P_p (W)	U_{sz} (V)	I_{sz} (A)	P_{sz} (W)
24	0,1	2,4	6	0,4	2,4
24	0,2	4,8	6	0,8	4,8
24	0,3	7,2	6	1,2	7,2
24	0,4	9,6	6	1,6	9,6

A transzformátor működésekor is van energiaveszteség, hiszen például a vezetékek ellenállása miatt a környezet felmelegszik. A vasmag másodpercenként 100-szori átmágneseződése is energiaveszteséget okoz. Mindezek ellenére ez a veszteség nem túl jelentős, a transzformátorok hatásfoka a gyakorlatban elérheti a kb. 97%-ot. Ezért a primer és a szekunder tekercs teljesítményét egyenlőnek tekinthetjük.

$$P_p = P_{sz}$$

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

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

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen részekből áll a transzformátor és milyen elven működik?
2. Milyen árammal működik a transzformátor?
3. Milyen összefüggés van a transzformátor tekercseinek menetszáma, valamint a primer és szekunder feszültség között?
4. Milyen összefüggés van a transzformátor primer és szekunder feszültsége, illetve a megfelelő áramerősségek között?
5. Mit tudsz a primer és szekunder teljesítményről?
6. Mire használható a transzformátor?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Egy transzformátor tekercseinek menetszáma 1200 és 3600. Mekkora lesz a szekunder feszültség, ha az 1200 menetes tekercset kapcsoljuk a hálózatra?

$N_p = 1200$
$N_{sz} = 3600$
$U_p = 230\,V$
$U_{sz} = ?$

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

$$U_{sz} = 230\,V \cdot \frac{3600}{1200} = 230\,V \cdot 3 = \mathbf{690V}$$

2. Egy transzformátor teljesítménye 10 W. A primer feszültség 230 V, a szekunder feszültség 10 V. Mekkora az áramerősség a primer és a szekunder oldal áramkörében? A veszteségeket ne vegyük figyelembe!

$P_p = P_{sz} = P = 10\,W$
$U_p = 230\,V$
$U_{sz} = 10\,V$
$I_p = ?$
$I_{sz} = ?$

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U}$$

$$I_p = \frac{10\,W}{230\,V} = \mathbf{0{,}043\,A}$$

$$I_{sz} = \frac{10\,W}{10\,V} = \mathbf{1\,A}$$

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy transzformátor primer tekercse 1500, szekunder tekercse 4500 menetes. Mekkora a szekunder feszültség, ha a primer feszültség 230 V?

2. Egy transzformátorban a primer és szekunder tekercsek menetszámának aránya 4 : 1. Mekkora a szekunder feszültség, ha a primer tekercs áramforrása 160 V-os?

3. Egy transzformátor szekunder tekercsének kivezetésein 400 V feszültség mérhető. A szekunder tekercs menetszáma 1200, a primer tekercsé 600. Mekkora a primer feszültség?

4. Egy transzformátor primer tekercse 300, szekunder tekercse 600 menetes. A primer tekercset 230 V-os hálózati áramforrásra kapcsolva – egy adott terhelésnél – az áramerősség 2,5 A. Számítsd ki a szekunder tekercs áramkörére vonatkozóan a feszültséget, az áramerősséget és a teljesítményt!

5. Egy transzformátor primer tekercse 1200 menetes, a primer feszültség 230 V.

a) Hány menetes a szekunder tekercs, ha a szekunder feszültség 23 V?

b) Mennyi a szekunder tekercs áramkörébe kapcsolt fogyasztó teljesítménye, ha a primer áramkörben az áramerősség 2 A?

c) Mekkora az energiaváltozás 4 óra alatt?

4. Az elektromos távvezetékrendszer

A váltakozó áramot generátorokkal állítják elő. A nagyteljesítményű generátorokat vízesések, duzzasztható folyók, szénbányák közelében építik fel. A fogyasztók többsége azonban ezektől az erőművektől távol van. Az elektromos energia az erőműtől a fogyasztóhoz **távvezetéken** jut el.

Az elektromos távvezeték hosszú huzaljainak nagy az ellenállása. Ezért a távvezetéken jelentős a hőveszteség, ha a rajta folyó áram erőssége nagy.

Egy adott ellenállású távvezetéken a hőveszteséget úgy csökkenthetjük, hogy a rajta átfolyó áram erősségét csökkentjük. Ezt transzformátorok segítségével úgy érhetjük el, hogy az erőmű közelében fel-, a fogyasztók közelében pedig letranszformáljuk a feszültséget.

Azokat a folyamatokat, amelyek során az elektromos áram eljut az erőműtől a fogyasztóig, röviden energiaátvitelnek vagy energiaszállításnak nevezik.

Az erőműveknél levő transzformátorral a feszültséget 6–20 kV-ra transzformálják fel. Ezt a feszültséget még tovább növelik: a városok, falvak között 120 kV, 220 kV, illetve 400 kV értékre, az országok közötti vezetékrendszereknél 750 kV-ra. A fogyasztók közelében a feszültség 230 V-ra történő letranszformálása hasonlóképpen fokozatos.



71.1. *Mondd el az ábra alapján, hogyan jut el az elektromos áram a fogyasztóhoz!*

3D



71.2. Távvezetékrendszer transzformátorai



71.3. 400/120 kV-os transzformátor és a transzformátorállomás vezénylőterme

OLVASD EL!

Déri Miksa (1854–1938) mérnök a Ganz Villamossági Gyár igazgatója volt.

Bláthy Ottó (1860–1939), a Magyar Tudományos Akadémia tiszteletbeli tagja, gépészmérnökként dolgozott. 1889-ben váltakozó áramú fogyasztásmérőt szerkesztett és ezen kívül az erőművek berendezéseinek kialakításában is részt vett.

Zipernowsky Károly (1853–1942), a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, gépészmérnökként a Műegyetemen oktatott. Ő szervezte meg 1878-ban Európa első villamossági gyárát, a későbbi Ganz Villamossági Gyárat. Legjelentősebb közös munkájuk az 1885-ben megalkotott zárt vasmagú transzformátor, amely lehetővé tette a váltakozó áram széles körű felhasználását.



72.1. A zárt vasmagú transzformátor és a korszerű elektromos távvezetékrendszer megvalósítása *Bláthy Ottó, Déri Miksa* és *Zipernowsky Károly* magyar mérnökök nevéhez fűződik *(1885).*

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Miért kell távvezetéket építeni?
2. Hogyan lehet csökkenteni a veszteséget a távvezetéken?
3. Mit nevezünk elektromos energiaszállításnak?
4. Kik alkották meg 1885-ben az elektromos távvezetékrendszer elvét?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Legalább hány transzformátorra van szükség a legegyszerűbb távvezetékrendszerben?
2. Hány áramkör van a legegyszerűbb távvezetékrendszerben?
3. A távvezetékrendszer áramkörében mi az áramforrás, és mi a fogyasztó?
4. Mi az áramforrása egy falu áramkörének?
5. Miért tilos a távvezetékek megközelítése, illetve megérintése?
6. Miért nem szabad megfogni a távvezetékbe akadt sárkány lelógó zsinórját?
7. Nézz utána! Miért nem pusztulnak el a madarak, ha a távvezeték egyik drótjára szállnak?

5. A váltakozó áram hatásainak néhány gyakorlati alkalmazása

3D

ELEKTROMOS MELEGÍTŐ ESZKÖZÖK

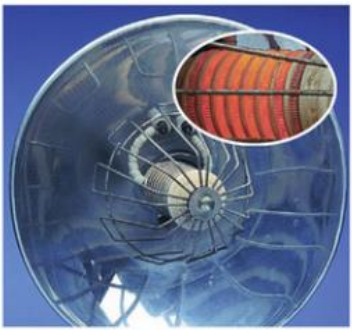
Különböző ellenállású huzalokat sorba kapcsolva azt tapasztaljuk, hogy a nagyobb ellenállású huzal jobban felmelegszik. Ezért az elektromos melegítő eszközökbe fűtőszálként – a csatlakozó vezetékhez képest – nagy ellenállású huzalt építenek be. Ezt az ellenálláshuzalt legtöbbször porcelángyöngyökkel szigetelik el a berendezés többi fém részétől. Ilyen felépítésű az elektromos főzőlap, a villanyvasaló, a forrasztópáka, az elektromos kávéfőző, a villanybojler, a kenyérpirító stb. melegítő része.



73.1. *Miért környezetkímélő az elektromos eszközök használata?*

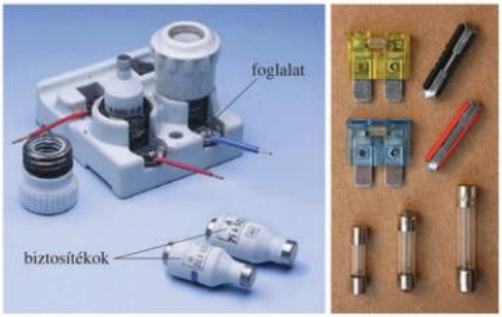
AZ OLVADÓBIZTOSÍTÉK

Ha az elektromos fogyasztóknál a szigetelések megrongálódnak, a szigeteletlen vezetékek összeérhetnek. Ilyenkor **rövidzárlat** jön létre, melynek következtében az áramkör ellenállása lecsökken, és ezért az áramerősség megnő. A **túláram** hatására a vezeték annyira felmelegedhet, hogy megolvad, esetleg a szigetelés meggyullad. Túláram jöhet létre akkor is, ha a megengedettnél nagyobb teljesítményű fogyasztókat kapcsolunk az áramkörbe.



73.2. Az elektromos áram hatására az „ellenálláshuzal" felmelegszik.

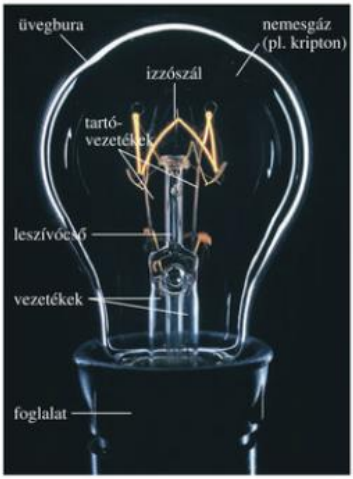
Az elektromos berendezéseket a túl erős áramtól **olvadóbiztosíték** védheti meg. Ebben igen vékony, nagy ellenállású fémhuzal van. Ezt a vékony fém-



73.4. Hálózati áramkörben (balra), illetve elektromos eszközökben (jobbra) használt olvadóbiztosítékok



73.3. Az elektromos berendezések fűtőszálainak szigetelése általában kerámia.



74.1. Az izzólámpa felépítése



74.2. Az energiatakarékos fénycső használata jelentős anyagi megtakarítással jár.



74.3. *Hogyan működik az elektromágneses daru?*

szálat porcelán- vagy üveghengerben helyezik el. Túláram esetén ez a fémszál megolvad, elszakad, így megszakítja az áramkört. Minden biztosíték csak bizonyos erősségű áramot bír el. Ezt az értéket a biztosítékon feltüntetik.

Mielőtt a megolvadt biztosítékot kicserélnénk, meg kell szüntetni a túláram okát!

Az áramkör akkor is megszakad, ha a biztosítékot kicsavarják. Javítás vagy szerelés esetén így védekeznek az áramütés ellen.

A kiolvadt biztosítékot javítani („patkolni") tilos, helyette újat kell becsavarni.

AZ ELEKTROMOS IZZÓLÁMPA

Egy vezeték, ha rajta megfelelő erősségű áram folyik át, izzásig felmelegedhet, és így már nemcsak melegít, hanem világít is. Ezt használják fel az izzólámpák készítésénél.

A magas hőmérsékleten izzó huzal oxigén jelenlétében hamar elég. Az izzószál csak akkor világít tartósan, ha megóvjuk az elégéstől. Ezért az izzólámpa szálát oxigénmentes, nemesgázzal töltött üvegburában helyezik el. Az izzószálat magas olvadáspontú fémből, például volfrámból készítik.

Az ilyen hagyományos izzólámpa a felhasznált elektromos energiának csak kis részét képes fényként kisugározni. Ezért forrósodik fel az izzólámpa és a foglalata. Az izzók hatásfoka a fénykibocsátás szempontjából mindössze 3–5%. Ezért napjainkban egyre inkább a közel 80%-os hatásfokú energiatakarékos fénycsöveket használjuk világításra. Ezek nem az elektromos áram hőhatása alapján működnek.

AZ ELEKTROMÁGNES

Az áramjárta vasmagos tekercs, vagyis az elektromágnes előnye az, hogy a tekercsében folyó áram erősségének változtatásával, ki- és bekapcsolásával a mágneses mezője megszüntethető, és erősebb is lehet, mint az acélmágneseké. Üzemekben, roncstelepeken nehéz vastárgyak felemelésére, szállítására, vashulladékok kiválogatására ezért emelődarura szerelt **teheremelő elektromágneseket** használnak.

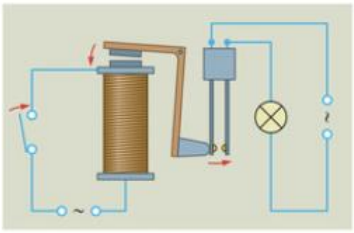
A TÁVKAPCSOLÓK

A **távkapcsolók** (relék) áramkörében elektromágnest alkalmaznak. Ezek gyenge árammal is működnek, és segítségükkel távolból is zárhatunk vagy nyithatunk egy másik, gyakran erős áramú áramkört.

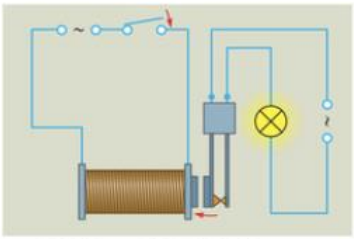
A bekapcsolt **zárórelé** tekercsének mágneses mezője a relé vasmagja felé vonzza a vezérelt áramkört záró rugós kapcsoló vaslemezét. A vezérelt áramkör addig marad zárva, amíg a relé áramkörét zárva tartjuk.

Ha a **nyitórelé** áramkörét zárjuk, a rugós kapcsoló nyitja a vezérelt áramkört. A távoli (vezérelt) áramkör addig marad nyitva, míg a relé áramköre zárt.

Relét alkalmaznak az önműködő váltóberendezésekben, az automata gépekben, füstérzékelőkben stb. Távkapcsolóval működtetik egyes nagyfeszültségű áramkörök kapcsolóit is.



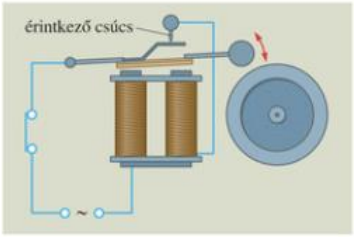
75.1. Zárókapcsoló (zárórelé)



75.2. Nyitókapcsoló (nyitórelé)

AZ ELEKTROMOS CSENGŐ

Az elektromágnest az elektromos csengőnél az áram sorozatos megszakítására használják. Ha a csengő áramkörét nyomógombjával zárjuk, az elektromágnes magához rántja a rugóra erősített vaslemezt, amely így eltávolodik az érintkező csúcstól. Ezért megszakad az áramkör, az elektromágnes elveszti mágneses tulajdonságát, a rugó pedig visszarántja a vaslemezt eredeti helyzetébe. Ez az árammegszakítás ismétlődik percenként 20–30-szor. E folyamat közben a vaslemezhez erősített kis kalapács megütögeti a harangot, amely csengő hangot ad.



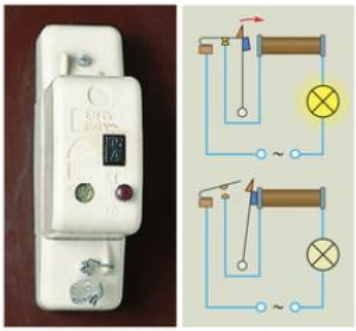
75.3. Az elektromos csengő kapcsolási rajza

3D

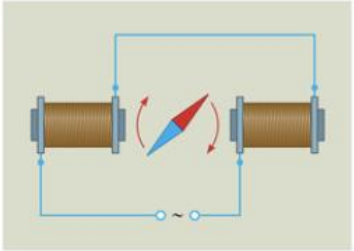
AZ AUTOMATA BIZTOSÍTÉK

Az automata biztosítékot az áramkör megszakítására használják. Áramkörében a rugós kapcsolókar vaslemeze elektromágnes előtt van. Ha az áram erőssége egy megengedett érték fölé növekszik, az elektromágnes olyan erőssé válik, hogy képes magához rántani a vaslemezt. Ekkor a rugós kapcsoló megszakítja az áramkört. Ha megszüntetjük a túláram okát, a rugós kapcsolóval újra lehet zárni az áramkört.

Az automata biztosíték azért is előnyös, mert kapcsolási ideje lényegesen rövidebb, mint az olvadóbiztosítéké. Ezért a háztartási hálózatokban ma már elsősorban ezt használják.

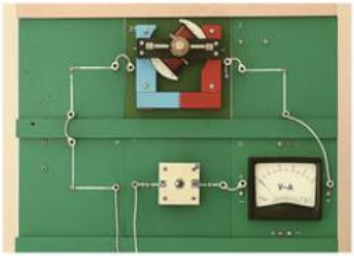


75.4. Miért kell elektromos hálózatoknál automata biztosítékot is használni az olvadó biztosíték mellett?



76.1. A váltakozó áramú (szinkron-) motor modellje

A *szinkrón* görög szó, jelentése: egyidejű, egy időben történő.



76.2. Villanymotor modell

VÁLTAKOZÓ ÁRAMÚ MOTOROK

Váltakozó feszültségű áramforrásra kapcsolt vasmagos tekercs körül váltakozó mágneses mező van. Ilyenkor a tekercs végeinél levő két pólus félperiódusonként ellentétesre változik. Ha egy mágnestű tengelye körül megpörgetve helyezünk az áramjárta tekercs elé, akkor a mágnestű (kedvező esetben) egyenletes forgásban marad.

Megfelelő ütemű pörgetéssel elérhető ugyanis, hogy a mágnestű mindig akkor haladjon el a tekercs előtt, amikor a mágneses mező pólust vált. Így a mágneses mező a mágnestű közeledésekor vonzással, távolodásakor pedig taszítással segíti legyőzni a forgást akadályozó hatásokat, például a súrlódást. A villanymotorok egy része is ezen az elven működik.

Az elektromotorok alkalmazása nagy előnyökkel jár a környezetvédelem szempontjából is. Míg a gőzzel, benzinnel, olajjal működő motorok káros anyagok termelésével szennyezik a környezetet, az elektromotorok nem.

Az elektromotorok további előnyei:
- könnyen indíthatók és leállíthatók,
- kezelésük egyszerű,
- méretük és teljesítményük sokféle lehet,
- távolról és automatákkal is vezérelhetők, ki-be kapcsolhatók,
- jó a hatásfokuk, a többi motorhoz viszonyítva gazdaságosak.

OLVASD EL!

Az Európai Unió rendelete szerint 2009 őszétől fokozatosan kivonják a forgalomból a csak 3-5%-os hatásfokkal működő izzólámpákat. A helyettük használható, környezetvédelmi szempontból sokkal előnyösebb energiatakarékos fénycsövek működése nem az elektromos áram hőhatásán alapszik. Bennük a gázok áramvezetése idéz elő olyan folyamatot, amely következtében fénykibocsátás történik.

Az első, gyakorlatban is használható izzólámpát *Edison* (olvasd: edizon) amerikai feltaláló készítette 1879-ben. A 19. század végén gyors ipari fejlődésnek indult Magyarország élen járt az új találmány alkalmazásában. Európában először Temesváron indult meg a városi villanyvilágítás 1884-ben. Egy évvel később Budapesten megkezdték a szénszálas izzólámpák sorozatgyártását is.



76.3. Magyarországon 1885-től gyártanak izzólámpákat.

Edison izzólámpájában levegő nélküli üvegburában elhelyezett vékony, elszenesített bambuszrost volt az izzószál. A szénszál gyors elporladása miatt azonban az üvegbura hamar elfeketedett, így az izzólámpa csak rövid ideig működhetett. Ezért a későbbi izzólámpákban már fémszálat használtak. Az első volfrámszálas izzólámpát a budapesti Egyesült Izzóban készítették 1905-ben.

Az izzólámpa hatásfokának növelése érdekében 1926-tól kezdődően tekercselt, 1927 után pedig duplaspirálba tekercselt izzószálú lámpákat gyártottak. Ez azért volt előnyös, mert az izzószál menetei egymást is melegítették. A hatás-

fokot az izzószál ellenállásának növelésével emelték pl. úgy, hogy olyan volfrámszálat alkalmaztak, amelynek az átmérője a hajszál átmérőjének negyede volt.

A magas hőmérsékleten izzó fémszál párolgásának csökkentése céljából az izzólámpák oxigénmentes buráját nemesgázzal töltötték meg. Az Egyesült Izzó mérnökének, **Bródy Imrének** a kutatásai eredményeként 1936 után a nagyobb teljesítményű izzólámpák üvegburájának töltésére kriptongázt alkalmaztak.



77.1. Az izzószál magas olvadáspontú fémből készült duplaspirál.

FIGYELD MEG!

1. Az élő természetben előforduló elektromos jelenségekkel foglalkozik a bioelektromosságtan. A gyakorlatban nagy jelentőségűek a szívműködéssel, illetve az idegrendszer tevékenységével kapcsolatos vizsgálatok (pl. EKG, EEG). Az elektromosság különféle hatásainak köszönhető sokféle gyógyítási mód is.
2. Az emberi test elektromos ellenállása 3000–8000 Ω. Értéke attól is függ, hogy mekkora a test mérete (a gyerekeknek kisebb az elektromos ellenállása!), és milyen a bőr állapota. A nedves bőrű test ellenállása jóval kisebb, mint a szárazé.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen (ellenállású) huzalból készítik az elektromos melegítő eszközök fűtőszálát?
2. Mikor jön létre rövidzárlat?
3. Hogyan működik az olvadóbiztosíték?
4. Hogyan védik meg az izzólámpa világító szálát a gyors elégéstől?
5. Hogyan működik a teheremelő mágnes?
6. Mire használják a távkapcsolókat (reléket)?
7. Hogyan működik az elektromos csengő? (A kapcsolási rajz alapján magyarázd el a működését!)
8. Hogyan működik, és mire használják az automata biztosítékot?

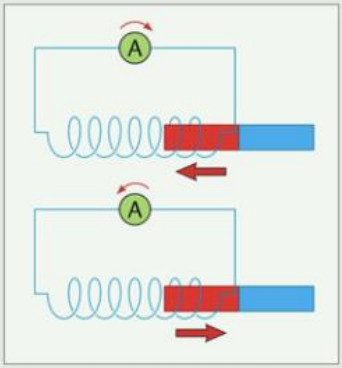
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Miért nem melegszik fel a vasalózsinór is vasalás közben annak ellenére, hogy rajta ugyanakkora erősségű áram folyik, mint a vasaló ellenálláshuzalán?
2. Sorolj fel olyan háztartási és munkahelyi elektromos készülékeket, amelyeknél az áram hőhatását hasznosítjuk! Milyen eszközöknél nem kívánatos a felmelegedés?
3. Régebben olyan főzőlapokat gyártottak, amelyekben a fűtőszál szabadon volt. Miért veszélyes az ilyen eszköz használata?
4. Miért nem működhetett hatásosan Edison első izzólámpája, amelyben szénszál izzott légritkított burában?
5. Miért nem szabad az izzólámpát az előírtnál nagyobb feszültségű áramforráshoz kapcsolni?

KERESD A MEGOLDÁST!

Lenz törvénye kimondja, hogy az indukált áram iránya mindig olyan, hogy hatásával akadályozni igyekszik az őt létrehozó hatást, változást. Hogyan tudnánk kísérlettel igazolni Lenz törvényét?

1. A kísérlethez szükségünk van zsebtelepre, egy tekercsre, vezetékekre, középállású ampermérőre, iránytűre és egy mágnesrúdra.



2. Állítsunk össze egy áramkört, amelyben az ampermérőt kössük a tekercs két kivezetéséhez! Közelítsük a mágnesrúd déli pólusú végét a tekercs egyik vége felé, ekkor az ampermérő mutatója jobbra tér ki. Távolítva a mágnest, a mutató balra tér ki.

   Ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy most a mágnes északi pólusú végével közelítsünk a tekercs vége felé. Ekkor a mutató balra, távolítva a mágnest, jobbra tér ki.

   Tehát mindkét esetben azt tapasztaljuk, hogy az indukált áram iránya közelítéskor és távolításkor ellentétesre változik. Mi lehet ennek a következménye? Ennek megválaszolásához egy másik kísérletet is végezzünk el.

3. Ismert, hogy egy áramjárta tekercs mágneses mezője hasonlít a mágnesrúd mágneses mezőjéhez, tehát a tekercs egyik végén déli, a másikon északi pólus alakul ki. Iktassunk be egy zsebtelepet az áramkörbe, hogy el tudjuk dönteni, milyen a mágneses mező a tekercs belsejében, ha az ampermérő mutatója jobbra, illetve balra tér ki.

   Kísérletünkben a műszer mutatója jobbra tér ki. Ezután közelítsünk egy kis iránytűt a tekercs ugyanazon végéhez, melyhez az indukciós kísérletnél a mágnest, és figyeljük meg, melyik pólusú végével fordul a tekercs felé. (Ezután is mindig ugyanerről a tekercsvégről döntsük el, hogy milyen mágneses pólus van a közelében!) Kísérletünkben az iránytű északi pólusú végével fordul a tekercs felé. Ebből arra következtethetünk, hogy a tekercs belsejében olyan mágneses mező alakult ki, hogy a tekercs iránytű felőli vége déli pólusú. Ellentétesre változtatva az áram irányát, az iránytű déli pólusú vége fordul a tekercs felé, tehát a tekercs végéhez közel északi pólus van. Tehát ha az ampermérő mutatója jobbra tér ki, akkor déli, ha balra tér ki, akkor északi pólus van a tekercs végéhez közel.

4. Ezután iktassuk ki az áramforrást, és ismételjük meg az indukciós kísérletet úgy, hogy a mágnesrúd északi pólusú végével közelítsünk a tekercs végéhez! A mérőműszer mutatója balra tér ki, tehát az indukált áram iránya olyan, hogy a tekercs mágnesrúd felőli végénél északi pólus alakul ki. A tekercs és a mágnesrúd között taszítás jön létre, azaz az indukált áram mágneses mezője akadályozni igyekszik a mágnesrúd közeledését.

Ha a mágnesrudat ezután távolítjuk a tekercs végétől, az indukált áram iránya ellentétesre változik. A kijelölt tekercsvég közelében tehát déli pólus lesz, közte és a mágnesrúd között vonzás lép fel. Az indukált áram mágneses mezője tehát ekkor is akadályozni igyekszik a mágnesrúd távolítását. Ha a mágnesrúd déli pólusú végével közelítünk, majd távolítunk a kijelölt tekercsvéghez, hasonló jelenséget tapasztalunk.

5 Kísérleteinkből tehát megállapíthatjuk, hogy az indukált áram iránya mindig olyan, hogy mágneses mezője akadályozni igyekszik az őt létrehozó hatást, változást.

FELADATOK

1. Egy kerékpárdinamó vizsgálata alapján magyarázd meg annak működését!
2. Nézz utána az interneten, mi is az az indukciós „csodalámpa"! Vajon hogyan működik?
3. A földrajzban tanultak alapján sorold fel, hol található Magyarországon erőmű! Milyen energia felhasználásával „termelik" az egyes erőművek az áramot? Nézz utána az interneten, hogy mekkora teljesítménnyel működnek!
4. *a)* Nézz utána, milyen volt és hogyan működött Jedlik Ányos villanymotorja!
   b) Jedlik Ányos nyelvújítóként sokat tett azért, hogy kialakuljon a magyar tudományos nyelv. Nézz utána, milyen szavak bevezetése fűződik a nevéhez!
5. Keress a környezetedben távvezeték-rendszer elemeket! Magyarázd meg, miért van ezekre szükség! Mit jelentenek a rajtuk levő figyelmeztető táblák? Miért veszélyes a közelükben tartózkodni? Érdeklődj utána, ki tartja ezeket az elemeket karban, ki a felelős a működtetésükért!





6. Készíts elektromágnest! Rendelkezésedre áll vasszög, vékony fémdrót, zsebtelep, műanyag vagy parafa dugó. Próbáld ki, hány gemkapcsot tud felemelni!
7. A mobiltelefonok töltőjét, a laptopok adapterét az elektromos hálózatra csatlakoztatjuk, ha fel akarjuk tölteni a bennük levő akkumulátort. Az akkumulátor azonban egyenáramú áramforrás. Nézz utána, milyen elektromos eszközöket tartalmaznak és hogyan működnek ezek a töltőberendezések!

ÖSSZEFOGLALÁS

AZ ELEKTROMOS ÉS A MÁGNESES MEZŐ KÖLCSÖNHATÁSAI

Az elektromos tulajdonságú részecskék mozgás közben mágneses mezőt hoznak létre.



A változó mágneses mező elektromos mezőt hoz létre. Ez a folyamat az **elektromágneses indukció.**

Jellemzői: az indukált feszültség és az indukált áram.

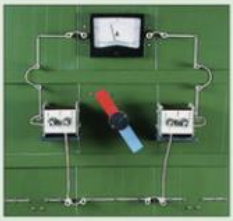
Az **indukált áram** iránya mindig olyan, hogy mágneses hatásával akadályozza az indukciót létrehozó mozgást, változást (Lenz törvénye).



A VÁLTAKOZÓ ÁRAM

LÉTREHOZÁSA

Ha egy zárt tekercs előtt mágnes forog, a tekercsben váltakozó áram indukálódik. Az áramerősség folytonosan, az áram iránya pedig időközönként változik.



Magyarországon a hálózati áram másodpercenként 50 periódusú.

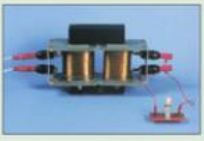
HATÁSAI

- A **hőhatás** hasonló az egyenáram hőhatásához.
- A **kémiai hatás** az áramirány váltakozása miatt eltér az egyenáram kémiai hatásától, mert az egyik pillanatban kivált anyag a másik pillanatban visszajut az elektrolitba.
- Az **élettani hatás** az egyenáramhoz hasonlóan **égést, szív- és idegközpont-bénulást, légzési zavarokat, életveszélyt okozhat!**
- A **mágneses hatás** abban különbözik az egyenáramétól, hogy a tekercs pólusai felcserélődnek.

TRANSZFORMÁTOR

FELÉPÍTÉSE ÉS JELLEMZŐI

A transzformátort két, közös vasmagon levő tekercs (primer és szekunder tekercs) alkotja.



$U_{sz} : U_p = N_{sz} : N_p$.

A primer és a szekunder tekercsben egyenlő az elektromos teljesítmény: $U_p I_p = U_{sz} I_{sz}$.

GYAKORLATI ALKALMAZÁSAI

Feltraszformálásnál: $N_p < N_{sz}$, így $U_p < U_{sz}$.

Letraszformálásnál: $N_p > N_{sz}$, így $U_p > U_{sz}$.

Távvezetékrendszer:
Az erőműnél a feszültséget feltranszformálják, hogy a hosszú távvezetékeken kicsi legyen a hőveszteség, majd a fogyasztók előtt a szükséges értékre letranszformálják.

A váltakozó áram néhány gyakorlati alkalmazása: melegítő eszközök; izzólámpa; olvadóbiztosíték; elektromágnes; távkapcsoló; elektromos csengő; automata biztosíték stb.

IV. fejezet



FÉNYTAN

1. A fény tulajdonságai

„Nap, ki megvoltál az élet kezdetén is,
Gyönyörűen ragyogsz az égen.
Ha keleten megjelensz,
fényed szépséggel tölti el a földet.
Ha világítasz,
fényed elárasztja a világot,
sugaraid körülölelik a Földet,
és mindazt, amit rajta életre hívtál."

(Ekhnaton fáraó
naphimnuszának kezdősorai)



82.1. Egyiptomi domborműveken az i. e. XIV. században a Nap fényét simogató kezeknek ábrázolták. Mit gondolsz, miért?



82.2. A földi élet nem jöhetett volna létre a napsugárzás nélkül.

A Nap szétárasztja sugarait, melegíti a Földet, párologtatja a vizeket, életben tartja a növényeket, megvilágítja a testeket, lebarnítja a bőrünket. Ez a sugárzás tehát változások sokaságát hozza létre a Földön, nélküle nem jöhetett volna létre az élet. Ezért az egyiptomiak (Rá néven) istenként tisztelték a Napot.

A Nap belsejében olyan nagy a hőmérséklet (körülbelül 15–20 millió °C) és olyan nagy a nyomás, hogy a hidrogénatommagok héliummá egyesülnek. Ekkor „energia szabadul fel", melyet mi napsugárzás formájában észlelünk. E „sugárzó energia" alakulhat át hővé, mozgási, elektromos, illetve fényenergiává.

Azokat a testeket, melyek fényt bocsátanak ki, fényforrásoknak nevezzük. A legjelentősebb fényforrásunk a Nap, de fényforrás minden izzó test, például egy világító zseblámpa, egy égő gyertya is. Olyan fényforrás is van, mely nem a magas hőmérséklete miatt bocsát ki fénysugarakat. Ilyen például a fénycső vagy a szentjánosbogár.

A FÉNY MINT KÖLCSÖNHATÓ PARTNER

A fény, amely a fényforrást elhagyja, különböző változásokat hoz létre, pl. az élőlényeket „élteti", elszínezi a fotópapírt, a fényelemben elektromos áramot kelt stb. Életünk minden pillanatában észlelünk olyan változást, amelyik a fény hatására következik be.

A fény a többi anyaghoz hasonlóan **kölcsönhatásra képes. Miközben más testeken változást hoz létre, önmaga is megváltozik.** Például gyengül, haladási iránya, olykor a színe is változhat. Ezért mondhatjuk, hogy **a fény anyag.**

A fény olyan anyag, mely apró részecskékből, fotonokból áll.

A fénysugár önmagában láthatatlan. Érzékelhetővé akkor válik, ha megfelelő anyaggal kerül kölcsönhatásba, pl. a szemünkben látásérzetet, bőrünkön hőérzetet kelt, vagy egy fénymérőben fényelektromos hatást hoz létre.

A FÉNY TERJEDÉSE

Ha egy gyertya lángját gumicsövön át nézzük, csak akkor látjuk, ha a cső egyenes. Ennek oka, hogy **a fény egyenes vonalban terjed.** Ezt használjuk ki például a kerítéskészítéskor, ha a tartóoszlopokat egy egyenes mentén kívánjuk kitűzni. Az oszlopok ugyanis akkor vannak pontosan egy egyenesben, ha a hozzánk legközelebbi takarja a többit.

Az árnyékjelenség is a fény egyenes vonalú terjedését bizonyítja.

A fény terjedéséhez is időre van szükség. A fény terjedési sebessége légüres térben (vákuumban) $300\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Közel ennyi a levegőben is. Különféle anyagokban különböző sebességgel terjed a fény.

Amelyik anyagban lassabban halad a fénysugár, azt **fénytanilag (optikailag) sűrűbb** anyagnak nevezzük.

Vannak olyan testek, amelyeken a fény nem tud áthatolni. Ezek a fényt át nem eresztő vagy **átlátszatlan** testek.

Az **átlátszó** anyagok is elnyelik a fényt, ha nagyobb a rétegvastagságuk. A körülbelül 100 m vastag vízréteg például már átlátszatlan.

Megfigyelhető, hogy a fénysugár különböző anyagokkal kölcsönhatásba kerülve megváltozik. Leggyakrabban a haladási irányának megváltozását figyelhetjük meg. Ilyenkor szoktuk mondani, hogy a fény **visszaverődik** vagy **megtörik.**

Azt a távolságot, melyet a vákuumban terjedő fénysugár 1 év alatt megtesz, fényévnek nevezzük. A fényév a csillagászatban használatos hosszúság mértékegység.
1 fényév ≈ 10 billió km.





83.1. *Láthatnánk-e egy meggörbített csövön át is a gyertya fényét? Adj magyarázatot!*



83.2. Az árnyjáték is a fény egyenes vonalú terjedésén alapul.

$$c = 300000\,\frac{\text{km}}{\text{s}} = 3 \cdot 10^8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A fény terjedési sebessége különböző anyagokban:

ANYAG	FÉNYSEBESSÉG
levegő	$300\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$
víz	$225\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$
alkohol	$220\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$
üveg	$200\,000\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$

83.3. *„Állok az ablak mellett éjszaka,*
s a mérhetetlen messzeségen át
Szemembe gyűjtöm össze egy szelíd
Távol csillag remegő sugarát. ...”

(Tóth Árpád: Lélektől lélekig)

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

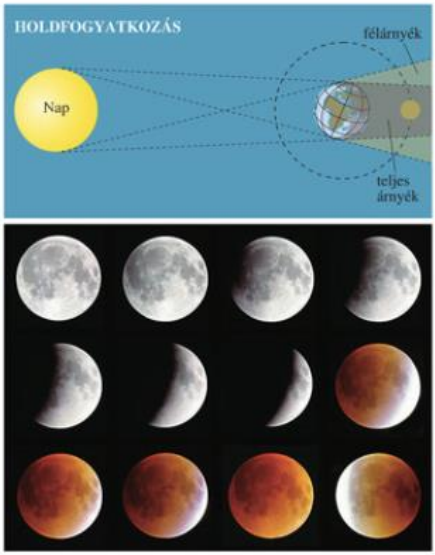
1. Mit nevezünk fényforrásnak?
2. Miért mondhatjuk, hogy a fény anyag?
3. Mit nevezünk fénysugárnak?
4. Hogyan terjed a fény?
5. Mekkora a fény terjedési sebessége légüres térben?
6. Mit nevezünk fénytanilag sűrűbb anyagnak?
7. Mit bizonyít az árnyék keletkezése?

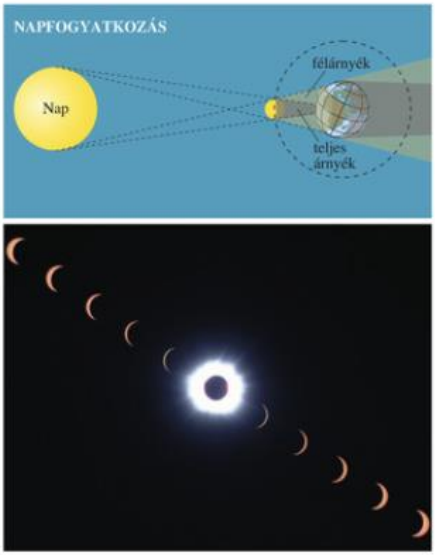
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Hogyan ellenőrizhetjük, hogy a vonalzónk egyenes-e?
2. A Napból kiinduló fénysugarak 8 perc alatt jutnak a Földre. Milyen távol van a Föld a Naptól?
3. Nappal a szobában akkor is világos van, ha nem világít lámpa és nem süt be a Nap. Miért?
4. Az ábra alapján magyarázd el, hogy mi az oka a holdfogyatkozásnak!
5. Az ábra alapján magyarázd el, hogy mi az oka a napfogyatkozásnak!
6. Magyarázd meg a *telihold*, a *félhold* és az *újhold* jelenségét!

3D

3D





84.1. Holdfogyatkozáskor a Hold fokozatosan a Föld árnyékkúpjába kerül. Teljes holdfogyatkozáskor, amikor a Föld árnyéka teljesen eltakarja a Holdat, a szórt fény miatt a Hold halványvörös korongnak látszik.

84.2. Napfogyatkozáskor a Hold fokozatosan takarja el előlünk a Napot. Teljes napfogyatkozáskor a teljes fedés ideje alatt a napkorona és annak jelenségei is megfigyelhetők. (A fenti képen a napfogyatkozásról egy lemezre készült sorozatfelvétel látható.)

2. Fényvisszaverődés síktükörről

A környezetünkben lévő tárgyak a rájuk eső fénysugarak többségét visszaverik. A fényvisszaverődés lehet szabályos vagy szórt (diffúz). A szabályos fényvisszaverődést tükrözésnek nevezzük.

Közvetlen látásérzetet a szemünkbe jutó sugárnyaláb vált ki. Ez a sugárnyaláb a szemünkbe juthat közvetlenül a fényforrásokból, vagy közvetve a fényt visszaverő testekről.

A környezetünkben lévő tárgyakat tehát csak akkor látjuk, ha róluk fénysugár érkezik a szemünkbe. Sötétben a testek nem láthatók, mert nincs fény, amely visszaverődve a szemünkbe jutna.

A különböző testek felületének minőségétől függ, hogy a fénysugarakat szabályosan vagy diffúz módon verik-e vissza. Legjobban tükröznek a sima felületű ezüstből, aranyból, platinából, krómból készült, vagy ezekkel a fémekkel bevont felületek.

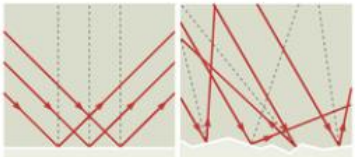


85.1. *„A folyó oly simán, oly szelíden*
Ballagott le parttalan medrében,
Nem akarta, hogy a nap sugára
Megbotoljék habjai fodrába' ..."

(Petőfi Sándor: A Tisza)

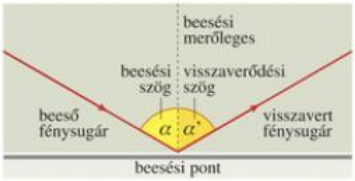
A FÉNYVISSZAVERŐDÉS TÖRVÉNYEI

Ha egy síktükörre fénysugár érkezik, szabályos fényvisszaverődés történik. A visszavert fénysugár haladási irányát a **beesési szöggel** jellemezzük. Beesési szögön a beeső fénysugár és a **beesési pontba** a felületre állított merőleges által bezárt szöget értjük. A **beesési merőleges** és a visszavert fénysugár által bezárt szög a **visszaverődési szög.**



85.2. Szabályos és szórt fényvisszaverődés

A síktükörről a fénysugár úgy verődik vissza, hogy
– **a beesési szög egyenlő a visszaverődési szöggel;**
– **a visszavert fénysugár a beeső fénysugár és a beesési merőleges által meghatározott síkban van.**

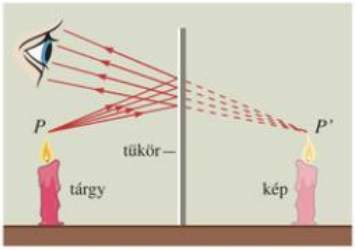


85.3. *Fogalmazd meg az ábrán szereplő kifejezések segítségével a fényvisszaverődés törvényét!*

Ha párhuzamos fénysugarak esnek a síktükörre, akkor visszaverődés után is párhuzamos sugárnyalábot alkotnak.

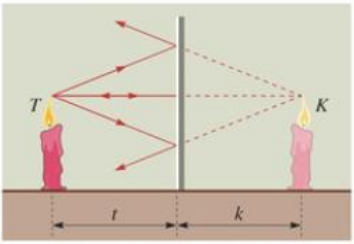
A síktükörre egy tárgy P pontjából érkező széttartó sugárnyaláb visszaverődés után is széttartó lesz.

Ha a visszavert sugarak útját a tükör mögött meghosszabbítjuk, akkor azok egy pontban (P') metszik egymást. A tükörről szemünkbe érkező fénysugarakat ezért olyannak látjuk, mintha a P'-ből indultak volna ki. A P' **képpont** a P **tárgypont** tükörképe.



85.4. A képpont helye a síktükörnél





86.1. *Miért nevezzük látszólagosnak a síktükörben látható képet?*

A *P* pont képét **látszólagos képnek** nevezzük, mert a visszavert fénysugarak a valóságban nem, csak meghosszabbításukkor találkoznak. A látszólagos kép ernyőn nem fogható fel.

A síktükörben látható kép keletkezését és tulajdonságait például egy, a tükör elé helyezett égő gyertyánál jól megfigyelhetjük. A gyertya minden pontjából széttartó fénysugarak érkeznek a tükörre. Ezek visszaverődés után széttartóan haladva jutnak a szemünkbe. Szemünk a visszavert sugarak irányában – azok meghosszabbításában – látja a képpontokat.

Képszerkesztéskor elég egy-egy tárgypontból kiinduló két széttartó sugár visszaverődését meghatározni. Segítségükkel a képpont megszerkeszthető.

Megfigyelhető, hogy a **síktükörben látott látszólagos kép nagysága és állása a tárgyéval megegyező.** Röviden úgy mondjuk, hogy a kép egyenes állású és eredeti nagyságú, de a **jobb és bal oldalakat „felcseréli”.** A tárgy és a tükör közötti távolságot **tárgytávolságnak** (*t*), a kép és a tükör közötti távolságot **képtávolságnak** (*k*) nevezzük. **A síktükörnél a tárgytávolság egyenlő a képtávolsággal.**

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mikor láthatjuk a tárgyakat?
2. Mi a fényvisszaverődés jelensége? Milyen fényvisszaverődéseket ismersz?
3. Mit nevezünk tükrözésnek?
4. Mi a beesési és mi a visszaverődési szög? Sorold fel a fényvisszaverődés törvényeit!
5. Mikor jön létre látszólagos kép?
6. Milyen tulajdonságai vannak a síktükörben látható képnek?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A sima víztükörben jól látjuk a környező tárgyak tükörképét. Miért nem látunk hullámzó víztükör esetén tükörképet?
2. Láthat-e a tükörből bennünket az, akit mi nem látunk? Hogyan? Készíts rajzot is!
3. Mekkora beesési szög esetén lesz a beeső és visszavert fénysugár merőleges egymásra?
4. Mekkora a visszaverődési szög, ha
   a) a beesési szög 40°-os;
   b) a beesési és visszaverődési szög összege 60°;
   c) a beeső fénysugárnak a tükörrel bezárt szöge 15°;
   d) a visszavert fénysugárnak a tükörrel bezárt szöge 90°?
5. Szerkeszd meg a síktükörtől 3 cm-re álló 2 cm hosszú nyíl tükörképét!

3. Fényvisszaverődés gömbtükörről

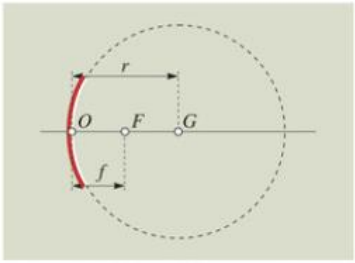
Vidámparkban gyakran látni olyan görbe felületű tükröket, melyek a tárgy képét eltorzítják, kicsinyítik vagy nagyítják.

A leggyakrabban használt görbe felületű tükör a **gömbtükör. Ha a gömb belső felülete tükröz, akkor homorú, ha a külső, akkor domború gömbtükörről beszélünk.** A gépkocsik visszapillantó tükre például domború, a borotválkozáshoz használt tükör homorú gömbtükör.



87.1. Görbe tükör a vidámparkban

A gömbtükrök nevezetes elemei:
- Gömbi középpont (G): annak a gömbnek a középpontja, melynek része az adott gömbtükör.
- Optikai középpont (O): a gömbsüveg tetőpontja.
- Optikai főtengely: az OG pontokon átmenő egyenes.
- Fókuszpont (F): az optikai és gömbi középpont távolságának felezőpontja.
- Fókusztávolság (f): A fókuszpont távolsága az optikai középponttól, ami a gömbi sugár (r) fele.

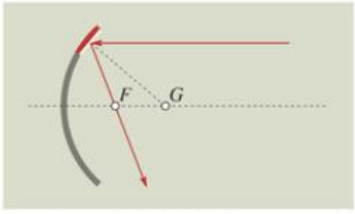


87.2. A homorú gömbtükör nevezetes elemei

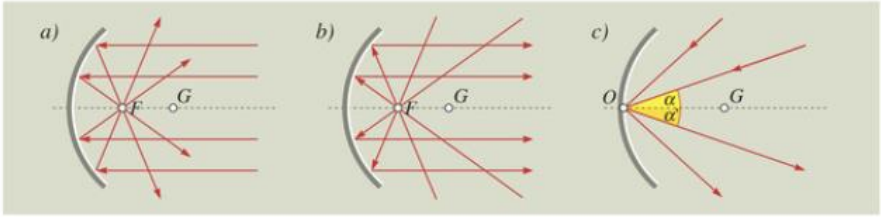
A HOMORÚ GÖMBTÜKRÖK

A homorú tükör felületét úgy képzelhetjük el, mint apró síktükrök sokaságát. A ráeső fénysugarak visszaverődését így könnyen megszerkeszthetjük, ha a fényvisszaverődés törvényét alkalmazzuk.

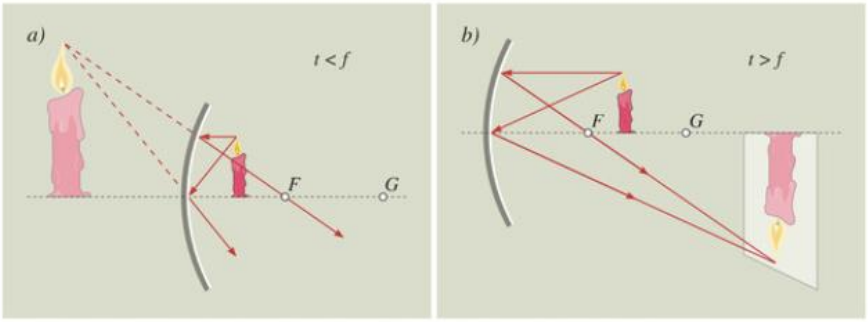
- Ha a tükörre eső **sugárnyaláb az optikai tengellyel párhuzamos, a visszavert fénysugarak a fókuszponton haladnak át.**
- **Ha a fénysugár a fókusz irányából érkezik a tükörre, a tengellyel párhuzamosan verődik vissza.**
- **Az optikai középpontba érkező sugarak a tengelyre szimmetrikusan verődnek vissza.**



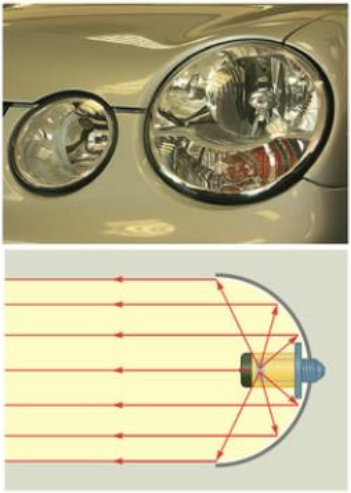
87.3. A homorú gömbtükör fényvisszaverését a síktükrökére vezetjük vissza. *Hogyan?*



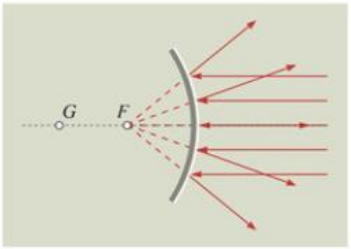
87.4. Nevezetes sugármenetek



88.1. Homorú tükör képalkotása *a)* ha a tárgy a fókusztávolságon belül, *b)* ha F és G között van



88.2. *Miért alkalmaznak a fényszórókban homorú tükröket?*



88.3. *Miért nevezik a domború tükör fókuszpontját látszólagosnak?*

A homorú gömbtükör elé helyezett test tárgytávolságát változtatva észrevehetjük, hogy a tükörben látható kép is változik.

Ha a tárgy olyan közel van a tükörhöz, hogy a tárgytávolság kisebb, mint a fókusztávolság, akkor a tükör mögött egyenes állású, látszólagos, nagyított képet látunk. Ezért alkalmazhatjuk a homorú gömbtükröt borotválkozó tükörnek, fogorvosi vizsgálótükörnek stb.

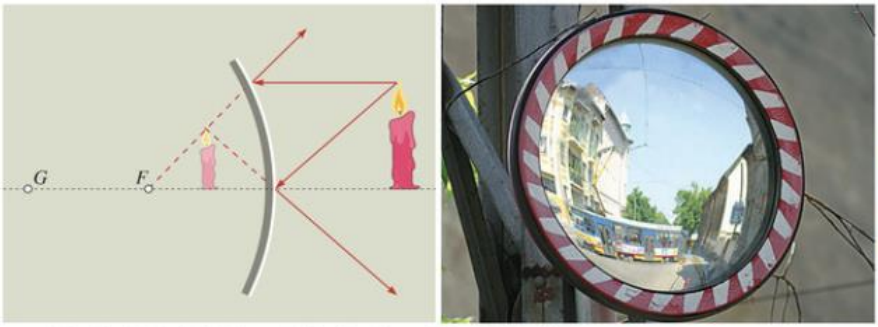
Ha a tárgyat távolítjuk a tükörtől, a fókusztávolságon kívül mindig fordított állású, ernyőn felfogható valódi kép keletkezik. Ezek nagysága és képtávolsága a tárgytávolság növelésével csökken.

A homorú tükör a fókuszába helyezett izzólámpáról érkező fénysugarakat párhuzamosan veri vissza. Ezért fényszórókban, reflektorokban jól alkalmazható.

A DOMBORÚ GÖMBTÜKRÖK

A domború gömbtükörre a tengelyével párhuzamosan érkező fénysugarak visszaverődés után széttartanak. Széttartóan úgy haladnak, mintha a tükör mögül egy pontból, a fókuszpontból indultak volna ki. A domború gömbtükör fókuszpontja látszólagos, mert úgy látszik, mintha onnan indulnának ki a fénysugarak.

A domború gömbtükör az egy pontból kiinduló fénysugarakat mindig széttartóan veri vissza, függetlenül a tárgypont helyétől. Ezért a tárgypont képe mindig látszólagos.



89.1. A domború gömbtükörben mindig látszólagos kép keletkezik.

Megfigyeléseink szerint a domború gömbtükör a tárgyakról mindig kicsinyített, egyenes állású és látszólagos képet hoz létre. A kicsinyítés miatt a domború tükör igen nagy tárgyak, illetőleg térségek képét tudja mutatni, ezért alkalmazzák járműveken, útkereszteződésekben visszapillantó tükörként.



89.2. *Miért domború tükröket alkalmaznak visszapillantó tükörnek?*

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen típusú gömbtükrök vannak?
2. Sorold fel a gömbtükrök nevezetes elemeit!
3. Rajzold le a gömbtükrök nevezetes sugármeneteit!
4. Milyen feltételek között milyen kép állítható elő homorú gömbtükörrel?
5. Hol használják a homorú gömbtükröket?
6. Milyen képet alkot a domború gömbtükör?
7. Hol alkalmazzák a domború gömbtükröket?

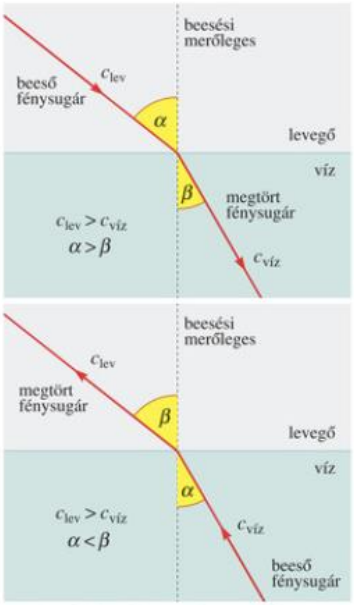
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Homorú gömbtükör fókusztávolsága 5 cm. Szerkeszd meg annak az 1 cm magas nyílnak a képét, mely a fókusztávolság felezőpontjában a tengelyre merőlegesen áll!
2. Egy homorú gömbtükör 8 cm sugarú gömbből készült. Szerkesszük meg a tükörtől 6 cm távol lévő tárgy képét!
3. Egy visszapillantó tükör 10 cm sugarú gömbből készült. Szerkesszük meg a tükör előtt 8 cm tárgytávolságra lévő nyíl képét!
4. Mondj példákat a homorú és domború gömbtükrök gyakorlati alkalmazásaira!
5. Egy kísérletben a gyertya fényét a homorú gömbtükör párhuzamos nyalábként veri vissza. Így a falon közelítőleg akkora fényfoltot állít elő, mint amekkora a tükör. Hol van ebben az esetben a gyertya lángja?
6. Nézz utána, hogyan gyújtják meg az olimpiák előtt Görögországban az olimpiai lángot!

4. A fénytörés



90.1. *Mi az oka, hogy a vízben lévő szívószál vagy kanál nyele megtörtnek látszik?*



90.2. *Melyik a fénytanilag sűrűbb anyag: a levegő vagy a víz?*

Ha egy üvegpohárba vizet öntünk, s rajta átnézve vizsgáljuk a hozzá közel lévő tárgyakat vagy a benne lévő szívószálat, eltorzult képet látunk. Nem a szívószál törik meg, hanem a fény, amely a vízből érkezik a szemünkbe. Ennek oka, hogy a fény terjedési sebessége a különböző anyagokban eltérő, vagyis az anyagok fénytani sűrűsége más.

Ha a fénysugár eltérő fénytani sűrűségű anyagok határán átlép, iránya megváltozik. Ezt a jelenséget **fénytörésnek** nevezzük.

A víz és levegő határán mindig megtörik a fény, kivéve, ha éppen merőlegesen esik a vízfelületre.

A FÉNYTÖRÉS TÖRVÉNYEI

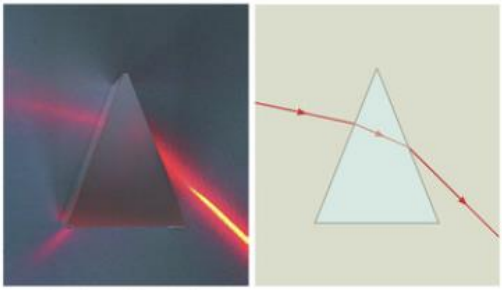
Kísérlettel megállapítható hogy:

– **Ha a fény fénytanilag ritkább anyagból fénytanilag sűrűbb anyagba lép, akkor a beesési merőlegeshez törik. Ha a fény sűrűbb anyagból ritkább anyagba lép, akkor a beesési merőlegestől törik.**

– **A beeső fénysugár, a megtört fénysugár és a beesési merőleges egy síkban vannak.**

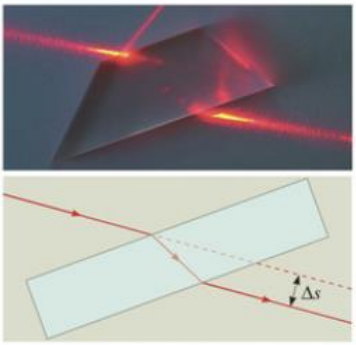
A merőlegesen beeső fénysugár irányváltoztatás nélkül halad az új anyagban tovább.

A **prizma** (háromszög alapú üveghasáb) oldallapjára érkező fénysugár az üvegen áthaladva kétszer is törést szenved. **Ha a prizma anyaga fénytanilag sűrűbb környezeténél** (például: levegőben üveg prizma), **mindig a vastagabb vége felé töri meg a fényt.**



90.3. A prizma fénytörése

Ha egy vastag üvegdarabon át nézzük környezetünk tárgyait, akkor azokat eredeti helyüktől eltérő helyen látjuk. Ennek oka az, hogy a levegőnél fénytanilag sűrűbb üveg eltéríti a fénysugarakat. **A párhuzamos falú üveglemezre ferdén érkező fénysugár kétszer törik meg.** Egyszer az üvegbe lépéskor, másodszor az üvegből történő kilépéskor. **Ilyenkor a fény eredeti irányához képest párhuzamosan eltolódva halad tovább.** A megfigyelő ilyenkor a tárgyat a kétszeresen megtört fénysugár irányában látja.



91.1. *Hogyan halad át a fénysugár a párhuzamos falú üveglemezen?*

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mikor jön létre fénytörés?
2. Mi a beesési és mi a törési szög?
3. Sorold fel a fénytörés törvényeit!
4. Mit nevezünk fénytani prizmának?
5. Hogyan halad át a fény a prizmán?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Miért látszanak eltorzultnak a betűk a könyvre fektetett műanyag vonalzó szélénél?
2. A felületre merőlegesen beeső fénynek hány fokos a beesési és a törési szöge?
3. A pontosan felettünk látszó csillag abban az irányban van-e, ahol látjuk? Miért?
4. Hova kell célozni a szigonnyal, ha a partról vadásznak a halra?

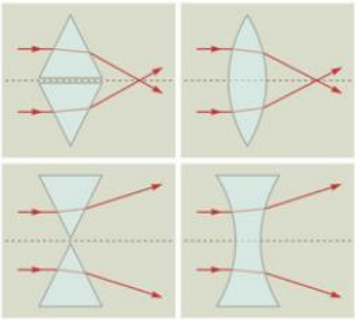
1



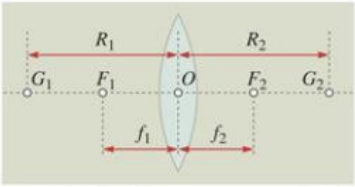
4



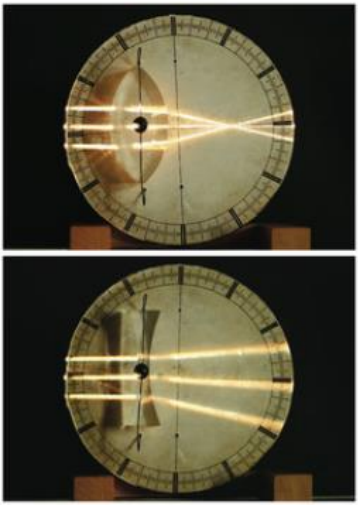
5. Fénytani lencsék



92.1. A lencsék fénytörése a prizmákéhoz hasonló.



92.2. A domború lencse nevezetes elemei



92.3. *Hogyan halad tovább a levegőben a domború, illetve a homorú lencsét elhagyó párhuzamos fénynyaláb?*

A távcsövekben, mikroszkópokban, szemüvegekben a fény útját úgynevezett **fénytani lencsékkel** változtatjuk meg. A fénytani lencse két gömbfelületrész által határolt, átlátszó anyagú test. **Ha a lencse közepén vastagabb, mint a széleinél, akkor domború, ellenkező esetben homorú lencséről beszélünk.**

Ha a lencse anyaga a környezeténél optikailag sűrűbb, akkor a domború lencse a ráeső párhuzamos fénysugarakat egy pontba gyűjti össze. Ezért **gyűjtőlencsének** is nevezik. A homorú lencse a ráeső párhuzamos fénysugarakat úgy töri meg, hogy azok széttartóan haladnak tovább, mintha a lencse mögül egy pontból indultak volna ki. Ezért a homorú lencséket **szórólencséknek** is nevezik.

Mindkétfajta lencse fénytörése a prizma fénytöréséhez hasonló. A fényt a vastagabb részük felé térítik el, ha környezetüknél optikailag sűrűbb anyagúak.

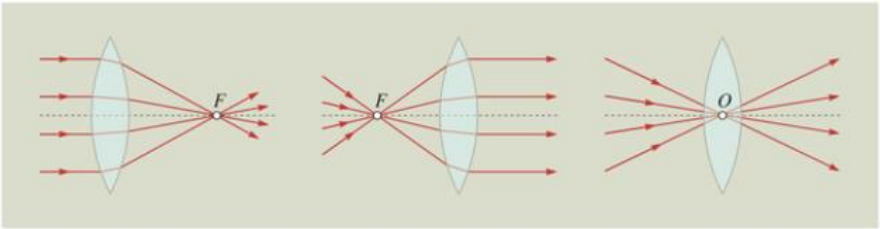
A fénytani lencsék nevezetes elemei:

– Görbületi középpontok (G_1; G_2): azoknak a gömböknek a középpontjai, amelyek a lencse felületét képezik.
– Görbületi sugarak (R_1; R_2): a lencsét képező gömbök sugarai.
– Optikai főtengely: a görbületi középpontokon átmenő egyenes.
– Fókuszpontok (F_1; F_2): a lencse két oldalán, a főtengelyen lévő azon pontok, ahová a tengellyel párhuzamos fénysugarakat a lencse összegyűjti.

Kísérlettel megfigyelhetők **a domború lencse nevezetes sugármenetei.**

– A domború lencsére az optikai főtengellyel párhuzamosan érkező sugarak a fénytörés után a lencse fókuszán haladnak át.
– Ha a fénysugarak a fókuszpont irányából érik a lencsét, törés után a főtengellyel párhuzamosan haladnak tovább.
– A lencse O középpontján átmenő fénysugár iránya nem változik.

E nevezetes sugármenetekkel a lencsék által keltett képek megszerkeszthetők.



93.1. A domború lencse nevezetes sugármenetei

A gyűjtőlencse által keltett kép jellege attól függ, hogy a tárgy hol helyezkedik el a lencséhez viszonyítva. A gyűjtőlencse a fókuszponton kívüli bármely tárgypontról érkező fénysugarakat a lencse másik oldalán egy pontba gyűjti össze. Ez a pont a tárgypont valódi képe, mely ernyőn felfogható. Ilyenkor a kép mindig fordított állású.

Ha a tárgy a lencse fókusztávolságán belül van, a lencsét elhagyó sugarak széttartóak, valódi képpont nem jöhet létre. Ilyenkor a keletkezett kép látszólagos, a tárggyal egyező állású és nagyított. Ezért a domború lencsét egyszerű nagyítóként is használhatjuk.



93.2. *Hogyan használjuk az egyszerű nagyítót?*

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

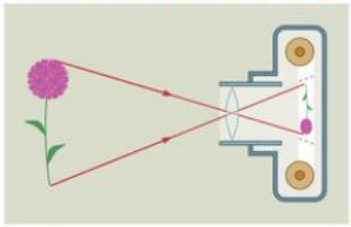
1. Mit nevezünk fénytani lencsének?
2. Mit nevezünk domború és homorú lencsének?
3. Melyek a lencsék nevezetes elemei?
4. Rajzold le a fénytani lencsék nevezetes sugármeneteit!
5. Mitől függ a gyűjtőlencse által alkotott kép?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

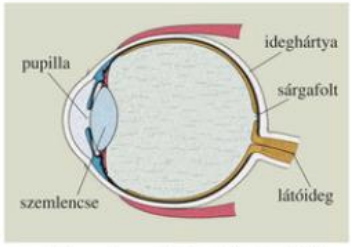
1. Hogyan tudod megállapítani, hogy egy lencse homorú-e vagy domború?
2. Lehet-e a domború lencse szórólencse? Milyen esetben?
3. Gyűjtőlencse előtt hol van az a tárgy, melynek képe látszólagos? Sorold fel ennek a képnek a jellemzőit!
4. Szerkeszd meg a domború lencse által keltett képeket, ha a tárgy
   a) a kétszeres fókusztávolságon kívül van;
   b) a kétszeres fókusztávolságon van;
   c) ha az egyszeres és a kétszeres fókusztávolság között van;
   d) ha a fókusztávolságon belül van!

6. Optikai eszközök





94.1. A fényképezőgép lencséje kicsinyített, valódi képet hoz létre a filmen.



94.2. *Milyen hasonlóság fedezhető fel az emberi szem és a fényképezőgép között?*



94.3. A szem hibája szemüveggel vagy kontaktlencsével javítható.

A FÉNYKÉPEZŐGÉP

A hagyományos **fényképezőgép** gyűjtőlencséjének az a feladata, hogy a sötétkamrába zárt fényérzékeny filmen kicsinyített valódi képet hozzon létre. Ilyen kép akkor keletkezik, ha a tárgy távolabb van, mint a domború lencse fókusztávolságának kétszerese.

A hagyományos fényképezőgép főbb részei: a változtatható helyzetű gyűjtőlencse, a **zárszerkezet,** a **nyílásszabályozó** (blende), a film, s az ezeket tartalmazó sötétkamra. A film megvilágítása a blende méretével és a zárszerkezet nyitva tartásának időtartamával szabályozható. Erős napsütésben például kis blendenyílással és rövid időtartammal fényképezünk, nehogy az erős fény „elégesse" a filmet. Fényszegény helyen nagy blendenyílással és hosszabb exponálási idővel biztosítjuk, hogy a film kellő mértékű megvilágítást kapjon. A képrögzítés kémiai módszerének feltalálása két francia, a fizikus Niepce és a festő Daguerre nevéhez fűződik (1839). Napjainkban a hagyományos fényképezőgépeket felváltják a digitális fényképezőgépek, melyekben a képrögzítés elektronikus úton történik.

AZ EMBERI SZEM KÉPALKOTÁSA

A szem a fényképezőgéphez hasonlóan, de annál sokkal tökéletesebben állítja elő a tárgyak képét.

A fényképezőgépben a domború lencse előre-hátra mozgatásával állítjuk élesre a képet. Szemünk ilyen mozgásra nem képes, de nincs is szükség rá, mert a **szemizmok** a **szemlencse** domborúságát tudják szabályozni. Ezáltal a rugalmas anyagú szemlencse fókusztávolsága változik. Így alkalmazkodik szemünk a különböző távolságra lévő tárgyakhoz.

A fény a szembe a **pupilla** nyílásán át jut. A kép az **ideghártyán** jön létre, amelyen kiváltott inger a **szemidegen** át jut el az agyba. Erős fényben a pupilla összeszűkül, gyenge megvilágításkor pedig kitágul. Így szabályozódik a szembe jutó fény mennyisége. A túl erős vagy a túl gyenge megvilágítás egyaránt károsítja a szemet, így egészségünket.

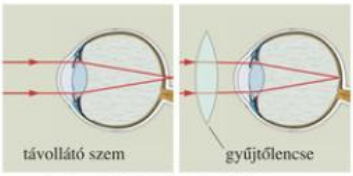
A szem leggyakoribb rendellenességei a **rövidlátás** és a **távollátás,** melyeket szemüveggel vagy kontaktlencsével korrigálhatunk. Ha a szem csak a távoli tárgyak képét tudja élesen az ideghártyán előállítani,

akkor távollátásról beszélünk. Ilyenkor a közeli tárgyak éles képe az ideghártya mögött keletkezne, ezért az ideghártyán homályos a kép. Ha a távollátó szem elé domború lencsét helyezünk, az a fénysugarakat összetartóbbá teszi. Megfelelő lencsét alkalmazva az éles kép az ideghártyán hozható létre.

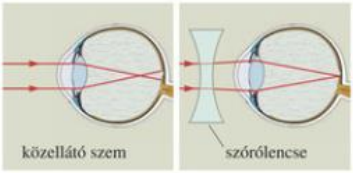
A közellátó vagy rövidlátó szem közelebb gyűjti össze a fényt, mint kellene, így a távoli tárgyak éles képe az ideghártya előtt keletkezik. Ha a rövidlátó szem elé szórólencsét helyezünk, ez a fénysugarakat széttartóbbá teszi. Így az éles kép pontosan az ideghártyán hozható létre.

A szemüveglencséket a gyújtótávolság helyett gyakran **dioptriával** jellemzik. A dioptria megadja, hogy a lencse méterben megadott gyújtótávolsága hányszor van meg az 1 m-ben. Például a 25 cm gyújtótávolságú lencse 4 dioptriás. A gyűjtőlencse dioptriája pozitív. A szórólencse dioptriája negatív.

A domború lencsét mint nagyítót és szemüveget az 1300-as évektől kezdték használni.



95.1. A távollátás és korrigálása



95.2. A rövidlátás és korrigálása

A DIAVETÍTŐ

A **vetítőgép** domború lencséje a tárgyról a felfogóernyőn valódi, nagyított képet hoz létre. Ilyen kép akkor keletkezik, ha a tárgy a lencse egyszeres fókusztávolságán kívül, de a kétszeres fókusztávolságon belül van. A tárgy az átvilágítandó **diapozitív** film, melyet fordított állásban kell a vetítőbe helyezni, hogy a valóságnak megfelelő helyzetű képet kapjunk.



95.3. *Hogyan szoktuk a diavetítő által keltett képet élesre állítani?*

A mozgófilmet vetítő gép is állóképeket vetít, csak egymás után gyorsan. Mivel látószervünk egytized másodpercig megőrzi a látott képet, a gyors egymásutánban következő állóképek összekapcsolódnak. Így a vetítővásznon folytonos mozgást észlelünk. Az első mozi 1897-ben nyílt meg Párizsban.

A MIKROSZKÓP

Apró tárgyakról vagy metszetekről többszörösen nagyított képet alkot a mikroszkóp, amely legegyszerűbb esetben két gyűjtőlencséből áll. A tárgy felőli lencse a gyújtópontján kívül helyezett tárgyról nagyított, fordított állású, valódi képet alkot. Ezt nagyítja tovább a szem felőli lencse, mint egyszerű nagyító.



95.4. *Mi a szerepe a mikroszkóp asztalkája alá helyezett mozgatható tükörnek?*



96.1. A Kepler-féle távcső

A TÁVCSÖVEK

A távoli tárgyak vizsgálatához távcsöveket használnak. A csillagászati vagy **Kepler-féle távcső** két lencséből áll. A nagy gyújtótávolságú tárgy felőli lencse a távoli tárgyról valódi, fordított állású, kicsinyített képet alkot. Ezt a szem felőli lencse – mint egyszerű nagyító – nagyítja. A csillagászati távcsővel a tárgyat fordítva látjuk. A földi távcsövekbe ezért képfordító prizmákat is beépítenek.

3D

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen kép keletkezik a fényképezőgépben?
2. Értelmezd az emberi szem képalkotását!
3. Milyen lencse van a távollátó, illetve a rövidlátó ember szemüvegében? Miért?
4. Milyen képet hoz létre az ernyőn a vetítőgép?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A fényképezőgép lencséjének gyújtópontjához viszonyítva hová kell helyezni a filmet?
2. Miért kell távolítani a filmtől a lencsét, ha közelebbi tárgyat akarunk fényképezni?
3. Miért építik a csillagvizsgálókat a hegytetőkre?
4. Miért kell a távcsövek szem felőli lencséjét (egy csavar segítségével) a tárgy felőli lencséhez közelíteni, vagy tőle távolítani?
5. A távcső tárgylencséje nagyméretű, a mikroszkópé kicsi. Miért?

KÍSÉRLETEZZ!

1. Átlátszó anyagból készült, hengeres alakú gyógyszeres üveget tölts tele vízzel, és dugaszold le! Hengergesd végig egy újság betűsorain! Mit tapasztalsz?
2. Vizsgáld meg, hogy egy lencse, pl. egy szemüveg lencséje, gyűjtő- vagy szórólencse-e!
   – Figyeld meg a rajta áthaladó fénysugarak által alkotott képet!
   – Tapintással ellenőrizd, hogy a közepén vagy a szélén vastagabb-e!
   – Mozgasd jobbra-balra nyomtatott szöveg fölött! Figyeld meg, hogy a betűk látszólagos mozgása milyen irányú!
3. Figyeld meg tanulótársad szemének pupillanyílását akkor, ha az ablak felé, és akkor is, ha az árnyékos szoba belseje felé néz! Mit tapasztaltál? Miért? Vonj párhuzamot a fényképezőgép és az emberi szem szerkezete között!
4. Készíts „lyukkamerát”! A lyukkamera olyan zárt doboz (pl. egy cipősdoboz), amelynek egyik oldallapját zsírpapírral helyettesítették, és a vele szemközti lapon egy kicsi, 1-2 mm átmérőjű lyukat fúrtak. Egy sötét szobában állíts égő gyertyát a nyílás elé, és figyeld meg, hogy mit látsz a zsírpapíron! Változtasd a gyertya távolságát a lyukkamerától, és figyeld meg, hogyan változik a gyertya éles képe!

7. A színek

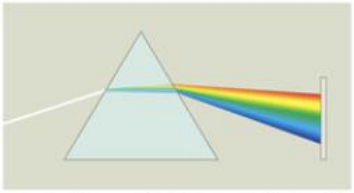
Az emberi szem több, mint optikai eszköz. Így működése sem magyarázható csak fénytani ismeretek alapján, különösen nem a színlátás képessége.

A szín szemünk segítségével bennünk keletkezett érzet, amelyet a látható fény kelt.

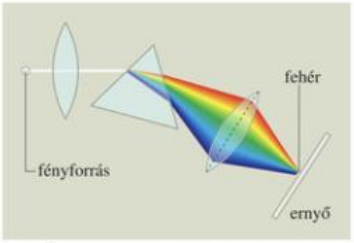
Ha a fehér fényt üvegprizmára bocsátjuk, a prizma nemcsak megtöri a fénysugarakat, hanem színekre is bontja. A vörös, narancs, sárga, zöld, kék és ibolya színek között nincs éles határ, folyamatosan mennek át egymásba, **folytonos színkép** keletkezik. Ha a prizma által felbontott fehér fényt összegyűjtjük, ismét fehér fényt kapunk. Ez azt bizonyítja, hogy a **fehér fény összetett fény.**

Ha előttünk esik az eső és mögöttünk süt a Nap, az égen **szivárványt** láthatunk. Ilyenkor a napfény az esőcseppekben többszörösen megtörik, visszaverődik, felbomlik, s mi ezt látjuk szivárványnak. Hasonló jelenség jöhet létre a szökőkút szétszóródó vízcseppjeiben is.

A testek színe attól függ, hogy róluk milyen fény jut a szemünkbe. Ezt pedig a test anyagi részecskéi határozzák meg. Ha például egy test csak a zöld fényt veri vissza – a többit elnyeli – zöldnek látjuk. Lehet zöld egy test úgy is, ha csak a vörös fényt nyeli el és az összes többit – mint összetett zöld színt – visszaveri. Az átlátszó testek színe attól függ, hogy milyen fény jut rajtuk keresztül a szemünkbe.



97.1. A prizma a fehér fényt színeire bontja.



97.2. *Értelmezzük a képen látható kísérleti összeállítást!*



97.3. Folytonos színkép



97.4. Az üveg színe a rajta átjutó fény színétől függ.



97.5. *Mikor látható szivárvány az égbolton?*



98.1. Miért látjuk különböző színűeknek a virágokat?



98.2. Az átlátszó testek színét a rajtuk átjutó fény határozza meg.

5

3D



A hóvirág például azért fehér, mert szirmainak anyaga kevés fényt nyel el, többségét visszaveri.

Az ibolya azért lila, mert szirmai a legrövidebb hullámhosszú látható fényből nyelik el a legkevesebbet, illetve a lila kiegészítő színéből, a sárgából a legtöbbet.

Minden színnek megvan a maga kiegészítő színe. Ha csak két egymást kiegészítő színből áll a fénysugárzás, éppúgy fehéret ad, mint a Nap fénye. Három színből – például pirosból, kékből, zöldből – az összes többi szín kikeverhető. Ezért a színes filmek is erre a három színre érzékenyek. A színes tévé képernyőjén is hármas fényporbevonat van. Mi a színes fotón vagy a tévé képernyőjén több színt látunk, de ezek mind keverék színek.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen fény a fehér fény?
2. Milyen fényt kapunk, ha a folytonos színkép összes fényét összegyűjtjük?
3. Mikor látunk szivárványt?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Miért látjuk más színűnek a tárgyakat napfényben, mint fénycsöves megvilágításban?
2. Fehér fényben miért színes a világ?
3. Miért látszanak egyes testek fehér fényben is feketének?
4. Vízeséseknél gyakran gyönyörű szivárványt látunk. Miért? Milyen nagy vízesésekről hallottál földrajzi tanulmányaid során?
5. A festők néhány tubus különböző színű festékkel csodálatosan sokszínű képet tudnak létrehozni. Hogyan lehetséges ez?

KÍSÉRLETEZZ!

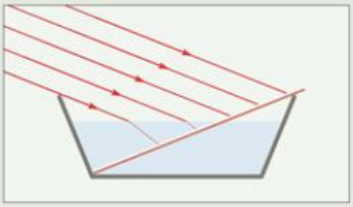
1. Fesd rá egy – hat körcikkre osztott – körlapra a színkép színeit! A korongon fűzz át két cérnaszálat, és pörgesd meg! Milyen színűnek látod pörgés közben a korongot?
2. Vízfestékkészleted segítségével kísérletezz különböző színek kikeverésével!
3. A bekapcsolt színes tévé képernyőjét nézd meg erős nagyítóval! Mit tapasztalsz? Miért?

KERESD A MEGOLDÁST!

Hogyan tudnánk létrehozni szivárványt egy napsütéses szobában egy tányérban lévő víz és egy síktükör segítségével?

1. Szivárvány akkor keletkezik, ha a Nap fénye az esőcseppekben megtörik. De színképet elő tudunk állítani prizmák segítségével is, vagyis a rendelkezésünkre álló eszközökből fénytörő prizmát kell kialakítani, mely a napfényt színeire bontja.

2. Ha a tükröt úgy helyezzük a tányérban lévő vízbe, hogy a vízfelszínnel szöget zárjon be, akkor egy „vízprizma" keletkezik.



3. Helyezzük az így összeállított eszközt a napfény útjába! A tükörnek a víz alatti és víz feletti része egyaránt visszaveri a ráeső fénysugarakat. Keressük meg a falon a visszavert fénysugarak helyét!

4. A „vízprizma" a Nap fényét színeire bontja, s a színes fénynyalábokat a tükör visszaveri, ezért látjuk a színképet a falon. A fehér fényfolt azért keletkezik a falon, mert a tükör víz feletti része törés nélkül veri vissza a napfényt.

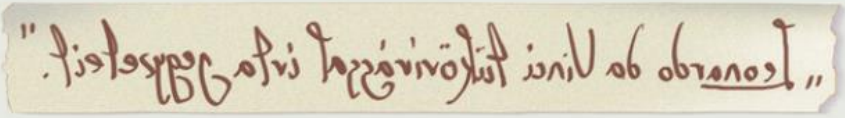
Végezzétek el a kísérletet, és készítsetek róla képriportot!

FELADATOK

1. Hogyan modellezhetnéd a nap- és holdfogyatkozást két különböző méretű labda és egy fényforrás segítségével? Mutasd is be a modellt működés közben!

2. Készíts sötétkamrát az alábbiak szerint, s végezz vele megfigyeléseket! Egy téglatest alakú, nem túl nagy doboz egyik oldallapját távolítsd el, s ragassz a helyére zsírpapírt (pl. háztartási sütőpapírt)! A doboz ezzel szemközti oldallapjának közepére fúrj egy kb. 2–3 mm-es lyukat! Helyezz a nyílás elé egy égő gyertyát. Figyeld meg, mit látsz a zsírpapíron! (Célszerű a megfigyelést sötét szobában végezni.) Változtasd a gyertyának a lyuktól való távolságát, és végezz ismét megfigyeléseket! Magyarázd meg a tapasztaltakat! Milyen optikai eszköz működését modellezheted a sötétkamrával?

3. Hogyan tudod elolvasni könnyen az ábrán látható szöveget?



Mit gondolsz, mi volt az oka?



4. Nézz utána az interneten, hogy milyen típusú napórák vannak, hogyan lehet ezeket elkészíteni! Milyen fizikai alapja van a működésüknek? Próbálkozz meg magad is napóra készítésével!

5. Kormozd be egy tojás héját gyertyaláng segítségével, majd óvatosan tedd bele egy pohár vízbe! Figyeld meg, hogy a tojás oldalról nézve ezüstös színben csillog! Mi lehet e jelenség magyarázata?

6. Olvasd el Tóth Árpád: Lélektől lélekig című költeményét! Keresd meg azt a versszakot, melynek fizikai vonatkozásai is vannak! Milyen tudományos felismerést használt fel a költő gondolatainak, érzelmeinek kifejezésére ebben a versében?

7. Vékony drótból készíts egy kb. 3–4 cm átmérőjű hurkot úgy, hogy kis nyele is legyen! Mártsd a hurkot sűrű szappanoldatba, majd emeld ki onnan, s tartsd függőlegesen a napfény felé! Figyeld meg a látottakat, majd rövid idő elteltével a változást! Hol tapasztalhatsz hasonló jelenséget?



8. Egyre több kertben lehet látni az esti szürkületet követően világító úgynevezett szolár lámpácskákat. Nézz utána, milyen fényforrások ezek, és hogyan működnek! Nevezz meg minél többféle természetes és mesterséges fényforrást, érdeklődd meg, hol alkalmazzák ezeket, mi a működésük alapja!

9. Az amerikai űrhajósok, amikor fenn jártak a Holdon, fényvisszaverő testeket helyeztek el bizonyos helyekre. Ezeket a Földről lézerfénnyel megvilágítva nagyon pontosan meg lehet határozni a Föld és Hold közötti távolságot. Mit gondolsz, hogyan?

10. Gyűjtsd össze, hogy a kerékpár és a kerékpáros láthatósága érdekében milyen fényvisszaverő és világító eszközöket alkalmaznak! Miért fontos ezek használata?





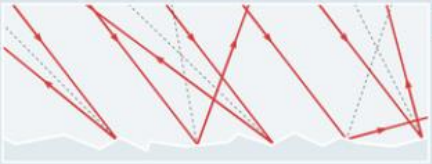
ÖSSZEFOGLALÁS

A fény anyag, mely változást tud létrehozni, miközben maga is változik.

A fény terjedési sebessége levegőben: 300 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$.

FÉNYVISSZAVERŐDÉS

SZABÁLYTALAN

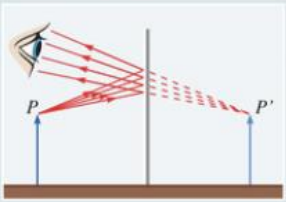


SZABÁLYOS (TÜKRÖK)



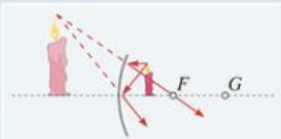
TÜKRÖK

SÍKTÜKÖR

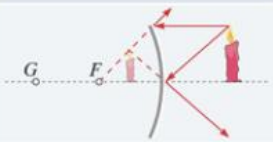


GÖMBTÜKÖR

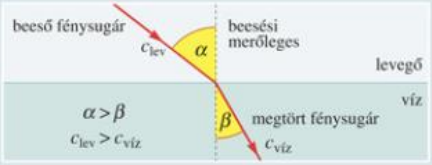
HOMORÚ

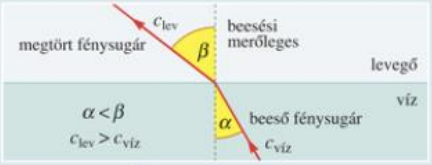


DOMBORÚ

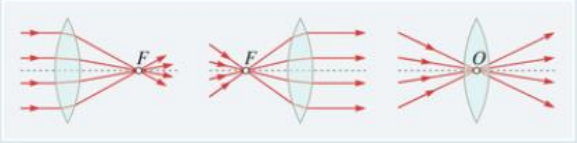


FÉNYTÖRÉS





NEVEZETES SUGÁRMENETEK



A FEHÉR FÉNY ÖSSZETETT



AZ ÚJ SZAKSZAVAK JEGYZÉKE

amper: az elektromos áramerősség mértékegységének a neve

ampermérő: az áramerősség mérésére szolgáló eszköz

anód: a pozitív töltésű elektróda

áramerősség: az elektromos áram erősségét jellemző mennyiség, amely megmutatja, hogy mekkora a vezető keresztmetszetén egy másodperc alatt átáramlott elektromos tulajdonságú részecskék együttes töltése

áramforrás: tartós elektromos áram fenntartására alkalmas berendezés

áramkör: vezetékkel összekapcsolt áramforrás és fogyasztó

beesési merőleges: a beesési pontba a felületre állított merőleges

beesési pont: az a pont, ahol a fénysugár a felületet éri

beesési szög: a felületre beeső fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög

coulomb: az elektromos töltés mértékegységének a neve

csomópont: az áramkör azon pontja, amelyhez kettőnél több vezeték kapcsolódik

domború lencse: fényáteresztő anyagból készült, gömbhéjakkal határolt optikai eszköz, mely a közepén vastagabb, mint a széleinél

egyenáram: olyan elektromos áram, amelynek iránya és erőssége állandó

elektróda: fémlap vagy grafitrúd, melynek segítségével egy folyadék áramkörbe kapcsolható

elektrolit: szabadon mozgó ionokkal rendelkező folyadék

elektrolízis: az a folyamat, amelynek során az elektrolitból az elektródákon anyagkiválás történik

elektromágnes: vasmaggal ellátott áramjárta tekercs

elektromágneses indukció: az a jelenség, amelynek során a mágneses mező változása elektromos mezőt hoz létre

elektromos áram: elektromos tulajdonságú részecskék egyirányú, rendezett mozgása

elektromos ellenállás: a fogyasztóknak az a tulajdonsága, hogy akadályozzák a szabad elektromos töltések áramlását

elektromos fogyasztó: olyan berendezés, amelyben az elektromos áram áthaladásakor céljainknak megfelelő változások jönnek létre

elektromos megosztás: az a jelenség, amely során a külső elektromos mező hatására az eredetileg semleges fémtestben megszűnik az elektronok egyenletes eloszlása

elektromos munka: az elektromos mező munkája, amelyet az elektromos tulajdonságú részecskék mozgatásakor végez

elektromos töltés: a testek elektromos állapotát jellemző mennyiség

elektromos vezető: az az anyag, amelyben könnyen elmozdulhatnak az elektromos tulajdonságú részecskék

elektroszkóp: a testet elektromos állapotát kimutató eszköz

fajlagos ellenállás: az anyagokat elektromos ellenállás szempontjából jellemző mennyiség

fénytörés: az a jelenség, amikor a fénysugár eltérő fénytani sűrűségű anyagok határán átlépve irányt változtat

feszültség: az elektromos mezőt munkavégzés szempontjából jellemző mennyiség

fizikai áramirány: az elektronok áramlási iránya a zárt áramkörben

folytonos színkép: a fehér fény prizmával történő felbontásakor keletkező fényjelenség

földelés: az az eljárás, amikor egy elektromos állapotú test és a Föld közé egy vezetőt kapcsolnak azért, hogy a test elektromos állapota megszűnjön

főág: párhuzamos kapcsolás esetén az áramkör azon része, amelyben az áramforrás van

generátor: az elektromágneses indukció alapján működő áramforrás

gömbtükör: görbe felületű tükör

homorú lencse: fényáteresztő anyagból készült, gömbhéjakkal határolt optikai eszköz, mely a közepén vékonyabb, mint a széleinél

indukált áram: az elektromos tulajdonságú részecskék rendezett mozgása az indukált elektromos mező hatására

indukált feszültség: az indukált elektromos mezőt munkavégzés szempontjából jellemző mennyiség

kapcsoló: az áramkör zárását és nyitását lehetővé tevő eszköz

katód: a negatív töltésű elektróda

látszólagos kép: mely vetítőernyőn nem fogható fel

mellékág: az áramkör főágából kiinduló és oda vissza is csatlakozó része az áramkörnek, amely legalább egy áramköri elemet tartalmaz

méréshatár: a mérőműszer által mérhető legnagyobb érték (általában változtatható)

negatív pólus: az áramforrás azon kivezetése, amelyen elektrontöbblet van

ohm: az ellenállás mértékegysége

olvadó biztosíték: az áramkör túl erős áramtól való védelmét biztosító eszköz, melynek működése az áram hőhatásán alapul

párhuzamos kapcsolás: több fogyasztó olyan összekapcsolása, amikor az elektronok áramlásának több útja van

pozitív pólus: az áramforrás azon kivezetése, amelyen elektronhiány van

primer tekercs: a transzformátor azon tekercse, amelyikbe a váltakozó áramot vezetjük

prizma: fényáteresztő anyagból készült háromszög alapú hasáb

rövidzárlat: olyan meghibásodás, amelynek következtében az áramkörben a megengedettnél nagyobbra nő a túláram erőssége

síktükör: tükröző sík felület

soros kapcsolás: amikor az áramkörbe több fogyasztót egymás után, elágazás nélkül kapcsolunk, így az elektronok áramlásának egy útja van

szekunder tekercs: a transzformátor azon tekercse, amely áramforrásként használható. A primer tekercshez viszonyított menetszáma határozza meg, hogy le-, vagy feltranszformálunk

szigetelő: olyan anyag, amelyben nem könnyen mozdulnak el az elektromos tulajdonságú részecskék, ezért az elektromos áramot csak elhanyagolható mértékben vezeti

tárgytávolság: a tárgy és az optikai eszköz távolsága

távkapcsoló (relé): távoli, vagy erősáramú áramköröket záró, illetve nyitó eszköz, melynek fő része az elektromágnes

távvezeték-rendszer: az elektromos erőművet a fogyasztókkal összekötő vezeték-rendszer

törési szög: a megtört fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög

transzformátor: az elektromágneses indukció jelensége alapján muködő eszköz, amely két tekercsből és közös vasmagból áll

túláram: a megengedett értéknél erősebb elektromos áram

váltakozó áram: olyan elektromos áram, amelynek erőssége és iránya is változik

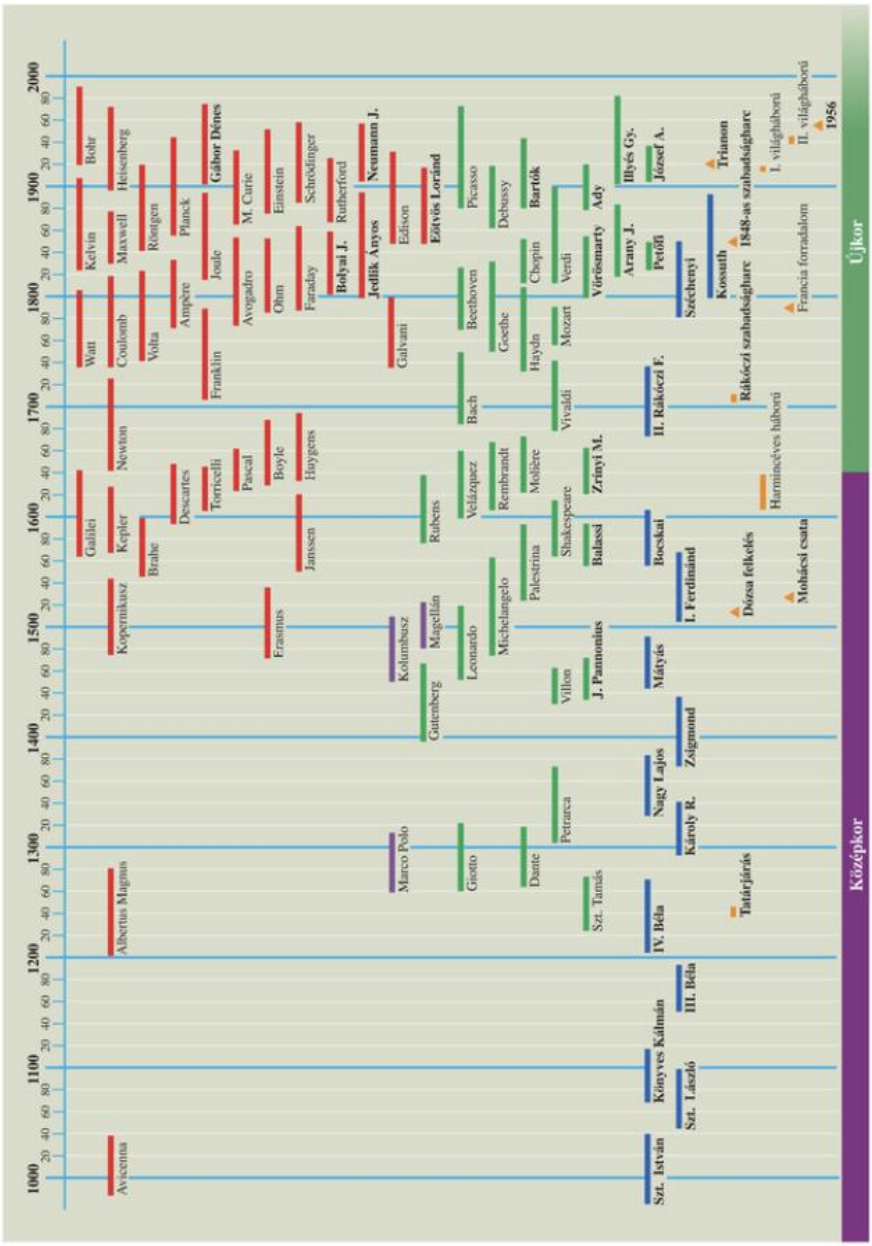
vasmag: elektromágnes tekercsébe helyezett vasrúd, amely lehet tömör vagy lemezekből összeállított is

villámhárító: hegyes fémrúd, amelyet az épületek kimagasló részeire szerelnek, és fémvezetékkel összekötik a Földdel. A villámhárító nem elhárítja a villámot, hanem a földbe vezetve hatástalanítja

visszaverődési szög: a beesési merőleges és a visszavert fénysugár által bezárt szög

volt: az elektromos feszültség mértékegységének a neve

voltmérő: a feszültség mérésére szolgáló eszköz


1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
Avicenna
Albertus Magnus
Kopernikusz
Galilei
Kepler
Brahe
Newton
Watt
Kelvin
Bohr
Coulomb
Maxwell
Heisenberg
Volta
Röntgen
Ampère
Planck
Franklin
Joule
Gábor Dénes
Avogadro
M. Curie
Ohm
Einstein
Faraday
Schrödinger
Bolyai J.
Rutherford
Jedlik Ányos
Neumann J.
Galvani
Edison
Eötvös Loránd
Picasso
Beethoven
Goethe
Debussy
Haydn
Chopin
Bartók
Mozart
Verdi
Vörösmarty
Ady
Arany J.
Illyés Gy.
Petőfi
József A.
Széchenyi
Kossuth
Trianon
Rákóczi szabadságharc
1848-as szabadságharc
I. világháború
II. világháború
Francia forradalom
1956
Bach
Vivaldi
II. Rákóczi F.
Rubens
Velázquez
Rembrandt
Molière
Shakespeare
Zrínyi M.
Balassi
Bocskai
Harmincéves háború
Kolumbusz
Magellán
Leonardo
Michelangelo
Palestrina
Villon
J. Pannonius
Mátyás
I. Ferdinánd
Dózsa felkelés
Mohácsi csata
Erasmus
Janssen
Huygens
Boyle
Pascal
Torricelli
Descartes
Gutenberg
Marco Polo
Giotto
Dante
Petrarca
Szt. Tamás
Nagy Lajos
Károly R.
Zsigmond
Tatárjárás
IV. Béla
Szt. István
Könyves Kálmán
Szt. László
III. Béla
Újkor
Középkor