

# FIZIKA

# 8

ELEKTROMOSSÁGTAN  
FÉNYTAN



A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK



# FIZIKA

*Elektromosság  
Fénytan* 8

*Alkotó szerkesztő: Dr. Halász Tibor*

TIZENÖTÖDIK, VÁLTOZATLAN KIADÁS

MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2019



### *Nézem a lámpát*

*Nézem a lámpám. Villamos lámpa.  
Fűti egy titkos, rejtett erő.  
Tompá 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!*

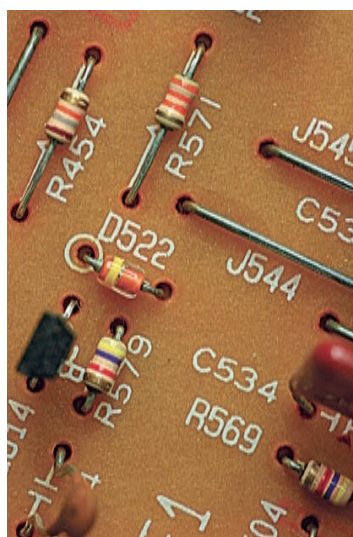
*József Attila*

# TARTALOM



## I. ELEKTROMOS ALAPJELENSÉGEK. ÁRAMERŐSSÉG, FESZÜLTSG

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 dolgozni a tananyagot.

A kisebb terjedelmű kiegészítő anyagokat a melléklet 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 találhatóak.

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

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

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

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

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

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

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 fénytán, 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 visszapiillantó tükörtől a videózásig.

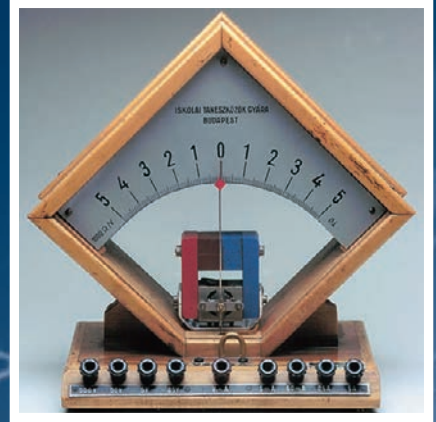
Fizikaórákon tehát ebben a tanévben is olyan ismeretekhez juthatunk, amelyek a mindennapi életünkhöz nélkülözhetetlen segítséget adnak.

A fizika értelmes és eredményes tanulásához örömteli munkát kívánunk

*a tankönyv írói.*

# I. fejezet

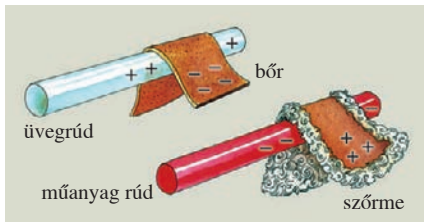
## ELEKTROMOS ALAPJELENSÉGEK, ÁRAMERŐSSÉG, FESZÜLTSG



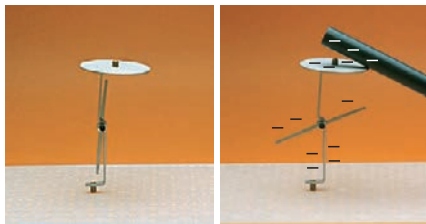
## 2. A testek elektromos állapota



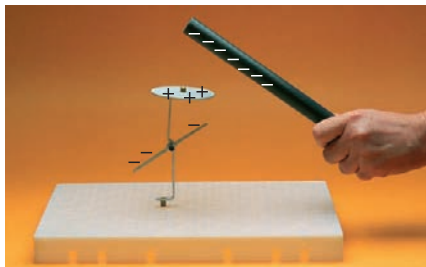
12.1. Szoros érintkezés közben a különféle anyagú testek elektromos állapotba kerülnek.



12.2. Az üveg, ha bőrrrel dörzsöljük, pozitív, a műanyag, ha szőrmével dörzsöljük, negatív elektromos 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 gyapjával 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 gyapjában 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 környezetünkben 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.



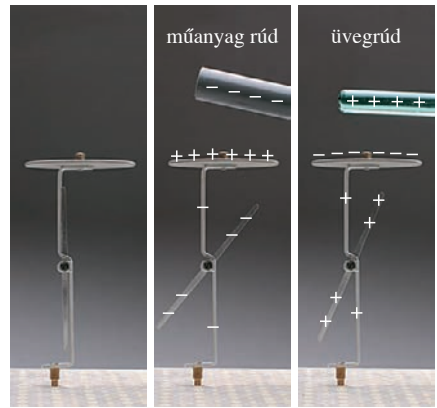
A külső elektromos mező megszünteti az eredetileg semleges fémtestben az elektronok egyenletes eloszlását. Ezt a jelenséget **elektromos megosztásnak** nevezzük.

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

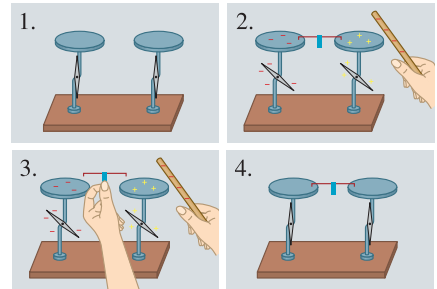
Megosztáskor az elektronok egyenlőtlen eloszlását a következő kísérlettel is igazolhatjuk. Ha összekötünk két semleges elektroszkópot műanyag nyelű fémpálcával, és az egyikhez megdörzsölt műanyag rúddal közelítünk, mindkét elektroszkóp mutatója kitér. Ilyenkor a rúdhoz közelebbi elektroszkópról a szabad 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 proton-többlet 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.

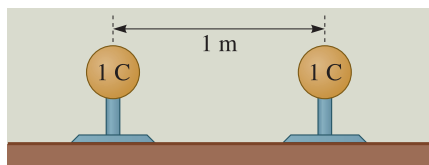
6,24 trillió elektron együttes töltése 1 C.

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.

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

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!**

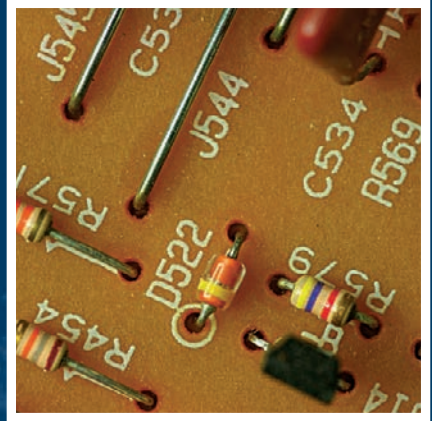
1. Hányféle lehet a testek elektromos állapota?
2. Milyen elektromos állapotú testek között tapasztalunk vonzást, illetve taszítást?
3. Nevezd meg az atom alkotórészeit!
4. Jellemezd az elektron és a proton elektromos tulajdonságát!
5. Hogyan hozható egy test elektromos állapotba?
6. Mikor mondjuk egy 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!**

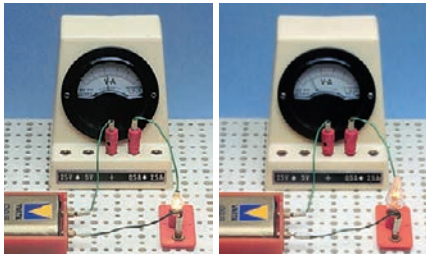
1. A száraz papírral megdörzsölt műanyag vonalzó az apró papírszeletkéket magához vonzza. Magyarázd meg a jelenséget!
2. A gyapjával megdörzsölt műanyag rúd negatív, a bőrrel dörzsölt üvegrúd pozitív elektromos állapotú. Értelmezd a jelenséget!
3. Egy semleges elektroszkópot szőrmével megdörzsölt műanyag 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 fésülsz? 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?

## II. fejezet

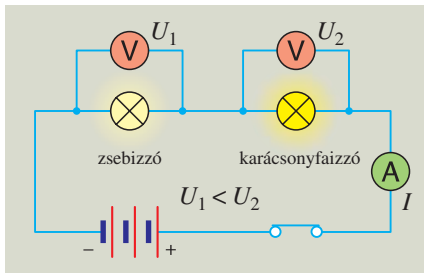
# AZ ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS. AZ EGYENÁRAM HATÁSAI



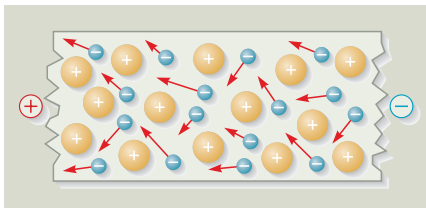
# 1. Az elektromos ellenállás. Ohm törvénye



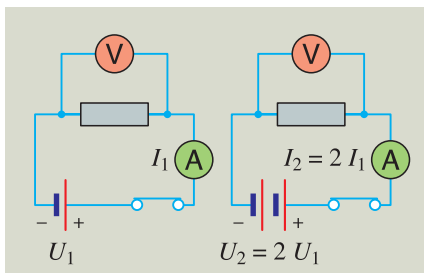
36.1. Különbőféle fogyasztók eltérő mértékben akadályozzák az elektronok áramlását.



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 ohm-nak nevezünk.

Jele:  $\Omega$ .

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

A fogyasztó ellenállása pl. akkor  $1\Omega$ , ha kivezetései között  $1\text{V}$  a feszültség, a rajta átfolyó áram erőssége pedig  $1\text{A}$ .

A gyakorlatban használatos mértékegységek még a kilohm ( $\text{k}\Omega$ ), illetve a megaohm ( $\text{M}\Omega$ ):

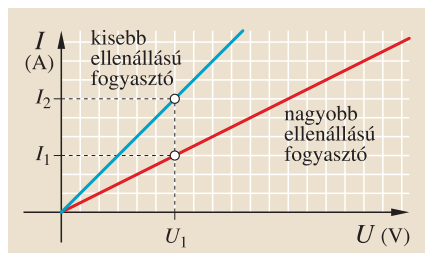
$$1\text{ k}\Omega = 1000\Omega,$$

$$1\text{ M}\Omega = 1\,000\,000\Omega.$$

Az emberi test ellenállása:  $3 - 8\text{ k}\Omega$ .

Néhány fogyasztó ellenállása:

FOGYASZTÓ	ELLENÁLLÁS
izzólámpa	$300 - 3000\Omega$
vasaló	$22 - 66\Omega$
villanytűzhely	$15 - 40\Omega$



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

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

Az  $\Omega$  (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:

$U$	$I$	$R$
$1\text{ V}$	$1\text{ A}$	<b><math>1\Omega</math></b>
$0,5\text{ V}$	$0,5\text{ A}$	
$10\text{ V}$	$10\text{ A}$	

**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 gyűjthesse.

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 egyiket 0,5 A, a másikat 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 kivezetéseinek 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!

$U = 120 \text{ V}$	<b>Következtetéssel:</b>	$U$	$I$	$R$	
		$1 \text{ V}$	$1 \text{ A}$	$1 \Omega$	
$I = 2 \text{ A}$		$120 \text{ V}$	$1 \text{ A}$	$120 \cdot 1 \Omega = 120 \Omega$ ,	mivel $U \sim R$
$R = ?$		$120 \text{ V}$	$2 \text{ A}$	$\frac{120 \Omega}{2}$	$= 60 \Omega$

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

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

$R = 20 \Omega$	<b>Következtetéssel:</b>	$R$	$I$	$U$	
		$1 \Omega$	$1 \text{ A}$	$1 \text{ V}$	
$I = 4 \text{ A}$		$20 \Omega$	$1 \text{ A}$	$20 \cdot 1 \text{ V} = 20 \text{ V}$ ,	mivel $U \sim R$
$U = ?$		$20 \Omega$	$4 \text{ A}$	$4 \cdot 20 \text{ V} = 80 \text{ V}$	

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

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

$R = 60 \Omega$	<b>Következtetéssel:</b>	$U$	$R$	$I$	
		$1 \text{ V}$	$1 \Omega$	$1 \text{ A}$	
$U = 180 \text{ V}$		$180 \text{ V}$	$1 \Omega$	$180 \cdot 1 \text{ A} = 180 \text{ A}$ ,	mivel $I \sim U$
$I = ?$		$180 \text{ V}$	$60 \Omega$	$\frac{180 \text{ A}}{60}$	$= 3 \text{ A}$

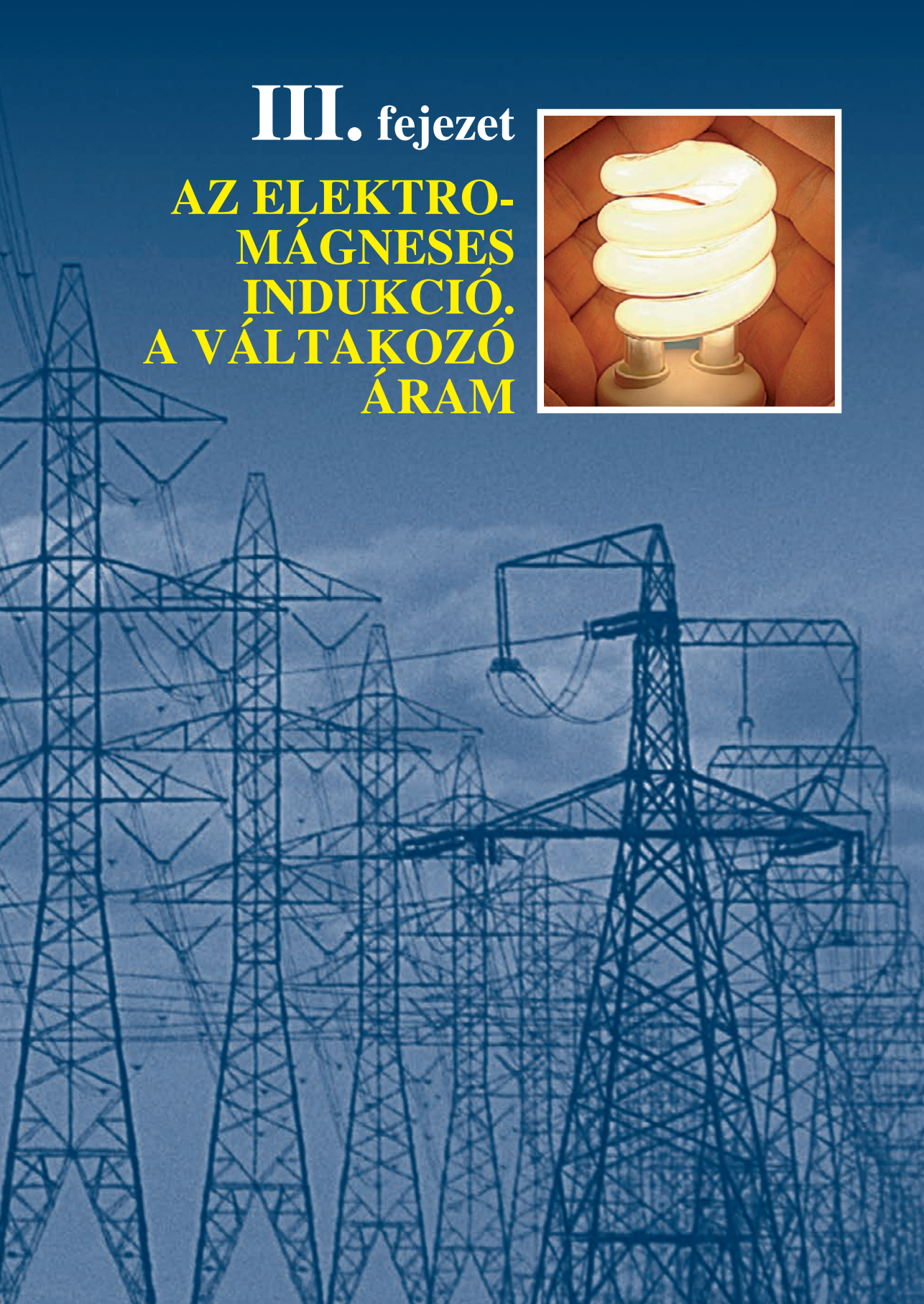
**Képlettel:**  $R = \frac{U}{I} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{180 \text{ V}}{60 \Omega} = \frac{180 \text{ V}}{60 \frac{\text{V}}{\text{A}}} = 3 \text{ V} \cdot \frac{\text{A}}{\text{V}} = 3 \text{ A}$


**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?

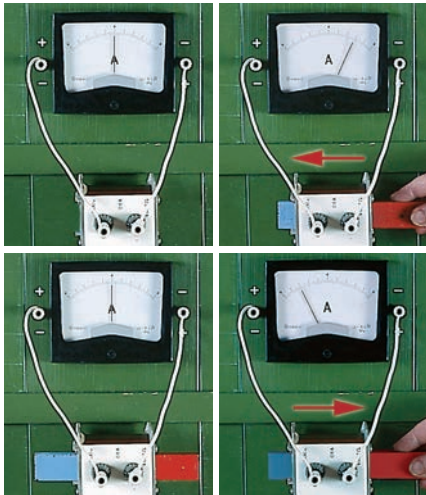
# III. fejezet

## AZ ELEKTRO- MÁGNESES INDUKCIÓ. A VÁLTAKOZÓ ÁRAM

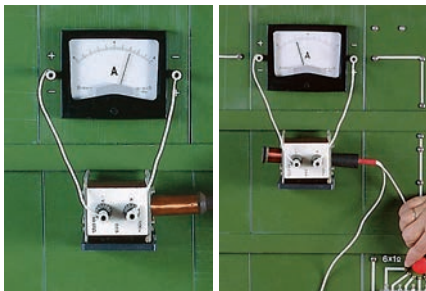




# 1. Az elektromágneses indukció



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



60.2. Elektromágneses 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 kapcsolunk 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 mágnessel, 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.**

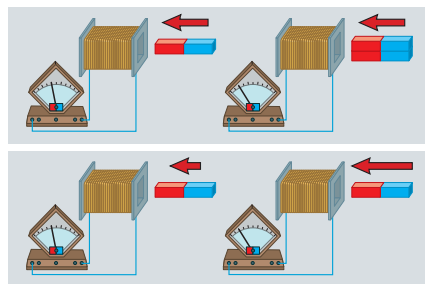
Ezt a törvényt Lenz (ejtsd: lenc) ismerte fel 1834-ben, ezért tiszteletére Lenz-törvénynek nevezzük.

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.

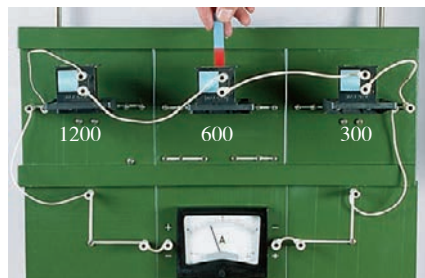
Egy tekercsben nagyobb az indukált áram erőssége, tehát az indukált feszültség is, ha a belsejében gyorsabban változik a mágneses mező. Ezt pl. úgy érhetjük el, ha a tekercsben a mágnesrudat gyorsabban, vagy erősebb mágneset ugyanolyan sebességgel mozgatunk.

Kapcsoljunk sorba különböző menetszámú tekercseket és egy ampermérőt! Ha egymás után mindegyik tekercsben ugyanakkora sebességgel mozgatjuk ugyanazt a mágneset, 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 foglalatосkodó 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 kémia-professzorával, 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 utódként 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 mágneset, és a galvanométer (áramerősség mérésére szolgáló eszköz) mutatója kilengett a helyéből. Majd ugyanilyen gyorsan kihúztam a mágneset a tekercsből, és a mutató a másik irányba tért ki. Így történt ez, valahányszor a mágneset 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 elektromágneses áramkörét zárjuk, illetve nyitjuk?
3. Miért jön létre elektromágneses indukció, amikor a tekercsben levő elektromágneses 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 mágneset tolva a tekercs egyik végén É-i pólus alakul ki az ábra szerint. A mágnesnek melyik pólusú végével közelítünk a tekercshez?

