

Elektromosság II.

Fizika 10.

Készítette: Rapavi Róbert

Lektorálta: Gavlikné Kis Anita

Kiskunhalas, 2014. december 31.



KISKUNHALASI
REFORMÁTUS KOLLÉGIUM
SZILÁDY ÁRON GIMNÁZIUMA

6400 Kiskunhalas, Kossuth Lajos utca 14. OM: 027956
tel.: 77 / 421-215 e-mail: szilady@gmail.com web: szilady.net

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0025

„Jövőd a természettudományokban rejlik!”

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Balesetvédelem

Minden munkahelyen, így a természettudományos kísérletek végzésekor is be kell tartani azokat a szabályokat, amelyek garantálják a biztonságos munkavégzést a gimnáziumunkban. Az előírásokat komolyan kell venni, és aláírással igazolni, hogy tűz és balesetvédelmi oktatáson részt vettél.

Általános szabályok

- A tanulók a laboratóriumi gyakorlat megkezdése előtt a folyosón várakoznak, s csak tanári kísérettel léphetnek be a laboratóriumba.
- A laboratóriumba csak az ott szükséges füzetet, könyvet, íróeszközt viheted be. Táskát, kabátot csak külön engedély alapján szabad bevinni.
- A laboratóriumban étel nem tárolható; ott enni, inni tilos!
- A laboratóriumban az iskolától kapott köpenyt kell viselni, a hosszú hajat hajgumival össze kell kötni!
- A munkahelyedet a feladat végzése közben tartsd rendben és tisztán!
- A munkavédelmi, tűzrendészeti előírásokat pontosan tartsd be!
- A laboratóriumot csak a kijelölt szünetben hagyhatod el. Más időpontban a távozáshoz a tanártól engedélyt kell kérni.
- A laboratóriumban csak a kijelölt munkával foglalkozhatsz. A gyakorlati munkát csak az elméleti anyag elsajátítása után kezdheted meg.
- Az anyag-és eszközkiadást, a füzetvezetést az órát tartó tanár szabályozza.
- A laboratórium vezetőjének, munkatársainak, tanárod utasításait maradéktalanul be kell tartanod!

Néhány fontos munkaszabály

- Törött vagy repedt üvegedényt ne használj!
- Folyadékot tartalmazó kémcső a folyadékfelszíntől lefelé haladva melegítendő. Nyílását ne tartsd magad vagy társad felé!
- A vegyszeres üvegek dugóit ne cserélgess össze! Szilárd vegyszert tiszta vegyszeres kanállal vedd ki, a kanalat használat után töröl el! Megmaradt vegyszert a vegyszeres edénybe visszaönteni nem szabad!
- A laboratóriumi lefolyóba ne dobj olyan anyagot (pl. szűrőpapírt, gyufaszálat, parafadugót, üvegcserepet stb.), amely dugulást okozhat!
- Az eszközöket csak rendeltetésszerűen, tanári engedéllyel szabad használni!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetésszerűen és csak az adott paraméterekre beállítva használhatod!
- Vegyszerekhez kézzel nyúlni szigorúan tilos!
- Soha ne szagolj meg közvetlenül vegyszereket, ne kóstolj meg anyagokat kémia órán!
- Ha bőrödre sav vagy lúg kerül, először mindig töröld szárazra, majd bő vízzel öblítsd le!
- A legkisebb balesetet vagy az eszközök meghibásodását azonnal jelentsd a szaktanárnak!
- Munka közben mind a saját, mind társaid testi épségére vigyáznod kell!
- Tanóra végén rakj rendet az asztalodon tanárod és a laboráns irányításával!

1. óra

Elektromos áram hőhatása

Emlékeztető

A sztatikus elektromos töltéseknek csak elektromos kölcsönhatásuk van. Ezeket a – töltések előjelétől függő – vonzó és taszító hatásokat már megvizsgáltuk az elektrosztatika témakörben. Amennyiben a töltések mozognak (elektromos áram) egyéb hatások is jelentkeznek. Soroljuk fel ezeket a hatásokat! Írjunk egy-egy gyakorlati példát is!

a)

Példa:

b)

Példa:

c)

Példa:

d)

Példa:

e)

Példa:

A szakirodalom egyes esetekben nem öt, hanem négy különböző hatást sorol fel, mivel a fényhatás gyakorlatilag a hőhatás következménye/”mellékterméke”. Vizsgálatainkat először az elektromos áram hőhatására korlátozzuk. Megvizsgálunk néhány gyakorlati szempontból is fontos jelenséget.

Munkavédelem

Figyelj, mert a felhasznált eszközök, anyagok felforrósodhatnak!

**Eszköz és anyaglista**

krokodilcsipeszek	2 db késes kapcsoló
kb. 8 cm hosszú krómnikkel huzal	tápegység
áramköri alaptábla	áthidaló dugaszok vagy vezetékek
6 V-is zsebizzó foglalattal	mécses
műanyagpohár	kb. 20 cm-es tekercselt fűtőszál
2 db multiméter	hőmérő
2 db tartóállvány	

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

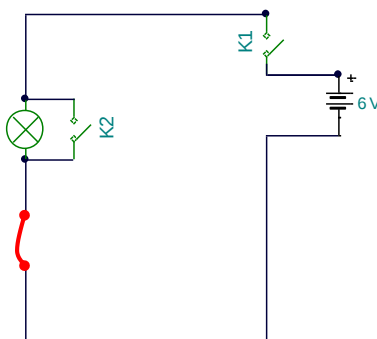
I. kísérlet – Áram hő- és fényhatása

Dugaszoljunk az áramköri táblára a két krokodilcsipeszt a köztük kifeszített ellenálláshuzallal. Nyissuk ki a kapcsolót és csatlakoztassunk az áramkörre 2 V-os egyenfeszültséget. Zárjuk a kapcsolót és figyeljük meg, mi történik. Ha rövid idő alatt nem történik semmi, akkor egyesével növeljük a feszültséget mindaddig, míg látható változás történik a krómnikkel huzalon. Ügyeljünk arra, hogy mindig csak rövid időre legyen zárva az áramkör!

Mit tapasztalunk, mi volt a változás?

.....

II. kísérlet – Olvadóbiztosíték



Módosítsuk az előző kapcsolásunkat annyiban, hogy a tartók között kifeszített huzal hosszát csökkentjük le pontosan 4 cm-re és iktassunk az áramkörbe a huzallal sorba kötve egy 6 V-os zsebizzót és a rajz szerint nyitott állapotban még egy késes kapcsolót (K_2). Kapcsoljuk az áramkört 6 V-os egyenfeszültségre, majd zárjuk a K_1 -es kapcsolót. Figyeljük meg az izzót és a krómnikkel huzalt. Mit tapasztalunk?

Ezután zárjuk a K_2 -es kapcsolót is. Írjuk le mi történt az izzóval és huzallal!

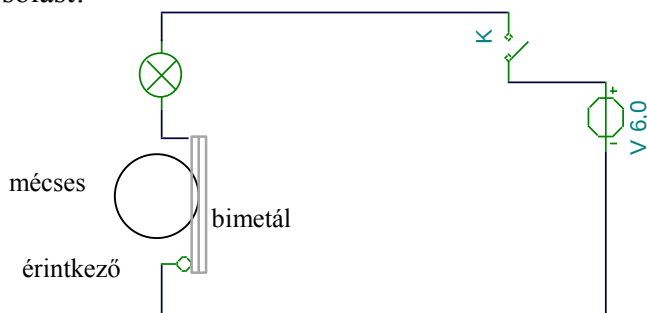
.....

Magyarázzuk meg a látottakat!

.....

III. kísérlet – Bimetál kapcsoló

Állítsuk össze az alábbi kapcsolást!



A bimetál szalagot úgy helyezzük el, hogy az érintkező kapcsolót éppen érje el. A mécse középe kb. 1 cm-re legyen a bimetál szalagtól. Az áramkör összeállítás után zárjuk a kapcsolót és figyeljük meg mi történik!

Ezután óvatosan gyújtjuk meg a mécsest és folyamatosan figyeljük az izzót és a bimetál szalagot. Megfigyeléseinket írjuk le!

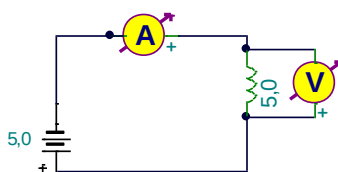
Magyarázzuk meg a látottakat!

Fújuk el a mécset és nézzük meg, mi történik ezután!

Hol találkozhatunk a gyakorlatban a fenti eszközzel? (Nyilvánvalóan nem ebben a formában.)

IV. (Tanári) kísérlet – Az áram hőhatása; munkája

Állítsunk össze egy egyszerű kapcsolást az áramforrással, ampermérővel a fűtőspirállal és a hozzá kapcsolt feszültségmérővel. A fűtőspirált kapcsoljuk a krokodilcsipeszekhez és a tartókarak segítségével lógassuk a műanyagpohárba, amelybe előzőleg 100 ml csapvizet öntöttünk. Ügyeljünk arra, hogy a víz a fűtőszálat teljesen ellepje. Helyezzük a pohárba a hőmérőt is, de ügyeljünk, hogy ne érjen hozzá a fűtőszálhoz. (Használhatunk egy harmadik, hőmérővel szerelt multiméter is, ha rendelkezésre áll.) Mérjük meg a víz hőmérsékletét, majd kapcsolót zárva kezdjük el melegíteni a vizet. Jegyezzük fel, hogy milyen feszültség és áramerősség értékeket mutatnak a műszerek. 10 percnyi melegítés után szüntessük meg az áramot, majd olvassuk le a hőmérőt.



Mérési adatok:

- a víz tömege: $m = 100 \text{ g}$
- a melegítés ideje: $t = 10 \text{ min}$
- a víz kezdeti hőmérséklete: $T_0 = \dots\dots\dots ^\circ\text{C}$

- a fűtőszál feszültsége: $U = \dots\dots$ V
- a fűtőszálon átfolyó áram erőssége: $I = \dots\dots$ A
- a víz végső hőmérséklete: $T = \dots\dots$ °C
- a hőmérsékletváltozás: $\Delta T = T - T_0 = \dots\dots$ °C
- a víz fajhője: $c = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$

Számítsuk ki a fűtőszál által leadott elektromos energiát és a víz által felvett hőt! Határozzuk meg a melegítés hatásfokát! Számításainknál ügyeljünk a megfelelő mértékegységekre!

$$E_{\text{el}} = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$\eta = Q/E_{\text{el}}$$

Milyen hibák befolyásolhatták a mérésünket?

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Az elektromos áram hőhatását a gyakorlatban számtalan esetben használjuk ki. Az elektromos tűzhelyektől kezdve, a vasalón keresztül, a villanybojleren át az ívhegesztésig és még rengeteg példát lehetne felsorolni. Az áram hőhatásának azonban nemcsak hasznos, hanem káros hatásai is vannak. Ha $E = U \cdot I \cdot t$ összefüggésünket átalakítjuk $E = I^2 \cdot R \cdot t$. Ezek szerint a fejlődő hő az áramerősség négyzetével arányos, tehát a nagyobb áramerősség nagyobb melegedést jelent. Ez pl. a túláram esetén jelenthet problémát, a túlzott terhelés hatására a vezeték, a berendezés a kelleténél jobban melegszik. Az energia szállításában is jelentősége van ennek, hiszen minél kisebb áramerősség mellett történik az elektromos áram szállítása, annál kisebb lesz a hőfejlődés miatti veszteség. Nyilván a vezetékek ellenállását egy bizonyos határon túl nem lehet csökkenteni a keresztmetszet növelésével. Mivel az ellenállás is befolyásolja a hőfejlődést, így erre is oda kell figyelnünk. Egy rossz, laza csatlakozó, egy nem megfelelően meghúzott csavar plusz ellenállást jelent a hálózatban, amelynek amellet, hogy káros hőfejlődést okoz, jóval súlyosabb hatásai, következményei lehetnek. Ám azt is meg kell említeni, hogy a hegesztésnél pont ezt a jelenséget használjuk ki.



Házi feladat

Gyűjtsünk példákat az áram hasznos és káros hőhatásaira!

Felhasznált irodalom

http://hu.wikipedia.org/wiki/Hegeszt%C3%A9s_%28f%C3%A9mek%29#mediaviewer/File:GMAW.welding.af.ncs.jpg

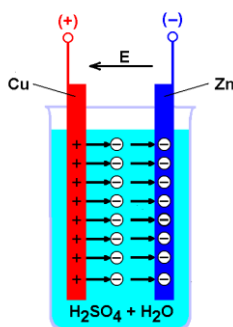
2. óra

Az elektromos áram vegyi hatása

Emlékeztető

Az elektromos áram töltéssel rendelkező részecskék rendezett mozgása, áramlása. Egyszerű esetben egy áramkörben állandó erősségű áram folyik. Ez azt jelenti, hogy a töltéshordozók a vezetőken és az ellenállásokon a csökkenő potenciálnak megfelelően mozognak, így nyilván kell lennie valahol az áramkörben egy olyan berendezésnek, amely a csökkenő potenciál ellenében mozgatja a töltéseket. A legegyszerűbb egyik ilyen áramforrás a galvánelem. Ez két különböző fém-elektroda saját ionjait tartalmazó sóoldatba merítve.

A legegyszerűbb galvánelem a következő módon állítható elő: egy hígított kénsavval töltött üvegedénybe egy-egy cink- és rézelektrodát helyeznek el. A rézelektrodából – vegyi hatás következtében – elektronok lépnek ki a kénsavba, tehát pozitív töltésűvé válik. A cinkelektroda felületén ennek fordítottja játszódik le, vagyis az elektronok a kénsavból lépnek át, tehát itt elektrontöbblet keletkezik, azaz negatív töltésű lesz. Az elektrodok töltései kiegyenlítődni igyekeznek, ezért az elektrodok között feszültség mérhető. Ez az áramforrás az ún. Volta-elem, üresjáratú feszültsége ~1 volt, amely a terhelés folyamán rövidesen lecsökken.



Ahogy a galvánelemekben is pozitív és negatív ionok mozognak, úgy szabad ionokat tartalmazó folyadékokban is ezek a töltéshordozók biztosítják az áramvezetést, amennyiben a folyadék vezetőkként, ellenállásként szerepel az áramkörben. A következőkben a fizika és a kémia ilyenfajta kapcsolatát vizsgáljuk meg néhány egyszerű kísérlettel.

Munkavédelem

Figyelj arra, hogy az elektromos kapcsolást megfelelően készítsd el a kapcsolási rajz alapján! Mindig a megfelelő feszültséget kapcsolod az áramkörre! Bizonyos esetekben jelentősége van az áram irányának, ilyenkor ügyelj a helyes polaritásra!

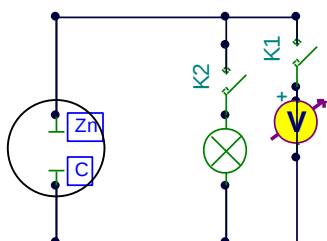


Eszköz és anyaglista

áramköri alaplap	2 db különböző ellenállás
változtatható feszültségű áramforrás	vezetékek
2 db kapcsoló	voltmérő
2 db tartóállvány	cink elektróda
réz elektróda	1,5 V-os izzó
citromsav oldat	zsinórok vagy áthidaló dugaszok
desztillált víz	csapvíz
konyhasó	

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

I. kísérlet – Galvánelem készítése

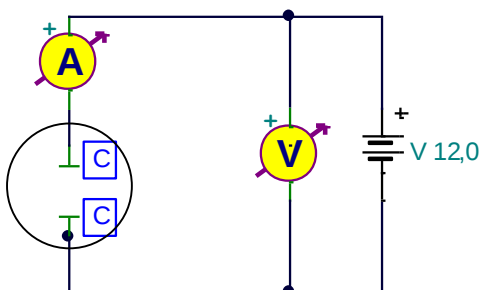


Készítsük el a fenti kapcsolást. Kapcsoljuk az áramkörbe a voltmérőt, a 1,5 V-os izzót, mérítsük a műanyag pohárba öntött citromsav oldatba a cink és szén elektródákat. Kb. egy perc elteltével zárjuk a K1-es kapcsolót és jegyezzük fel, milyen értéket mutat a voltmérő. A feszültség az első esetben: $U_1 = \dots\dots\dots$ V.

Várjunk újabb egy percet és ezután zárjuk a K2-es kapcsolót is. Figyeljük meg világít-e az izzólámpa?Mennyi most a feszültség? $U_2 = \dots\dots\dots$ V.

Magyarázzuk meg a tapasztaltakat!

II. kísérlet – Folyadékok áramvezetésének vizsgálata



Készítsük el a fenti kapcsolást! Mérítsük csapvízbe a két szén elektródát és az egyenáramú áramforrás feszültségét 2 V-tól 10 V-ig (2 V-os lépésközzel) növelve, a műszerek által mutatott értékeket foglaljuk táblázatba!

	1. mérés	2. mérés	3. mérés	4. mérés	5. mérés
U (V)					
I (mA)					
$R_1 = \frac{U}{I}$ (k Ω)					

Számítsuk ki a kapott eredményekből az ellenállás átlagát! $R_{\text{átl}} = \dots\dots\dots$ k Ω .

Cseréljük ki a vizet desztillált vízre, majd állítsuk az áramforrást 10 V-ra. Mérjük meg újra a feszültséget és az áramerősséget. Ezután folyamatosan 1 g-onként adagoljunk sót a vízbe. Minden adag után jól keverjük el, majd mérési eredményeinket írjuk a táblázatba.

	deszt. víz	2 g só	4 g só	6 g só	8 g só
U (V)					
I (mA)					
$R = \frac{U}{I}$ (Ω)					

Mit tapasztalunk? Folyt-e áram a desztillált vízben?

Mi történt a só adagolása után?

Magyarázzuk meg a látottakat!

III. kísérlet – Elektrodapotenciál

Az I. kísérlet kapcsolásán annyit módosítsunk, hogy iktassuk ki az áramkörből az izzót. A műanyagpohárba öntsünk citromsav oldatot. Függesszük fel a tartókra a táblázatban megadott elektródákat, majd kb. egy perc várakozás után olvassuk le a voltmérőt. Jegyezzük fel a táblázatba az értéket, valamint az elektródák polaritásait is. Ismételjük meg a mérést mindhárom lehetséges elektróda párosítás esetén. A kapcsolási rajzon az 1. számú elektróda a felső, a 2. az alsó. Figyeljünk arra, hogy minden mérés előtt mossuk le az elektródákat!

1. elektróda	2. elektróda	U (V)	1. polaritása	2. polaritása
réz (Cu)	cink (Zn)			
réz	vas			
cink	vas			

Magyarázzuk meg a tapasztalatainkat!

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Az elektrolízist elsősorban fémek szennyeződésektől mentes előállítására alkalmazzák. Így nyerik ki vegyületeiből a villamos iparban széleskörűen alkalmazott nagy tisztaságú (99,9 – 99,99%-os) rezet és az alumíniumot is.

Galvanizálás

Elektrolízis útján fémbevonatok is készíthetők, amit galvanizálásnak nevezünk. Galvanizálásnál a pozitív elektródát (az anódot) az a fém alkotja, amelyből bevonatot akarnak készíteni, az elektrolit pedig ennek a fémnek a sója (pl.: a réz elektróda és réz-szulfát oldat). A bevonandó tárgyat ilyenkor mindig negatív elektródként (katódként) kell bekötni.

A gyakorlatban a vasat nikkel- vagy krómréteggel, a rezet ezüst- vagy aranyréteggel szokták bevonni néhány μm vastagságban. Ez a bevonat a fémeket szebbé és a környezeti hatásokkal szemben ellenállóbbá teszi.



Galvanoplasztika

Galvanizálással csak vezető anyagok felületén tudunk bevonatot létrehozni, hiszen a bevonandó tárgyat katódként kell bekötni. Ha nem vezető anyagokat (pl. műanyagot) akarunk bevonni, akkor először a felületüket kell vezetővé tenni vezető lakkal, grafittal vagy fémgőzöléssel. Ezt az eljárást galvanoplasztikának nevezzük, mert az elektrolízissel felvitt réteg felveszi a tárgy alakját.

Eloxálás

Az elektrolízis egy villamos szempontból szintén jelentős felhasználása az eloxálás. Ennek során, az alumínium felületén keletkező oxidréteget Al_2O_3 mesterségesen megvastagítják 10–20 μm -re, amely megvédi az alumíniumot a további oxidációtól, kemény, jól színezhető és jól szigetelő réteget biztosít. Így készítik az elektrolit kondenzátor pozitív fegyverzetét, és a műszerek előlapjait. Eloxáláskor az alumíniumot negatív elektródként kell bekötni, mert az oxigén ott szabadul fel.

Felhasznált irodalom

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Galv%C3%A1nelem>

<http://gyakorlat.pataky.hu/edu/erettsegi/A/08.A1.pdf>

<http://oktatas.gov.hu>

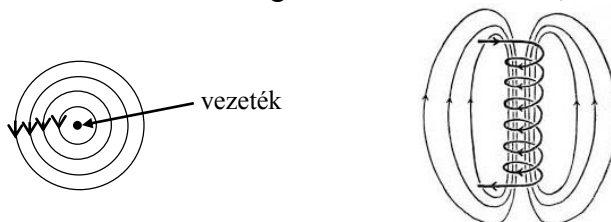
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e1/Motorcycle_Reflections_bw_edit.jpg

3. óra

Az elektromos áram mágneses hatása

Emlékeztető

Hans Christian Ørsted (1777–1851) dán fizikus volt az első, aki észlelte és leírta az elektromos áram mágneses hatását. A megfigyelések szerint az árammal átjárt vezető közelébe helyezett iránytű elfordul, ellentétes irányú áram esetén az elfordulás is ellentétes. Az elektromos áram örvényes mágneses teret kelt. A kialakuló mágneses tér erősebb lesz, ha a vezetőket feltekerjük.



A tekercs belsejében ez az örvényes mező jó közelítéssel homogén lesz. A tekercs és a rúd-mágnes mágneses tere hasonló képet mutat. Az egyenes vezetőtől r távolságban (a), és a tekercs belsejében (b) kialakuló mágneses mező mágneses indukcióját következőképpen határozhatjuk meg:

$$a) \quad B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r \cdot \pi} \qquad b) \quad B = \mu_0 \cdot \frac{I \cdot N}{l} \qquad \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{V \cdot s}{A \cdot m}$$

Ahol I a vezetékben/tekercsben folyó áram erőssége, N a tekercs menetszáma, l a tekercs hossza, μ_0 a vákuum mágneses permeabilitása. A kialakuló mágneses teret vasreszelékkel jól lehet szemléltetni.

***Munkavédelem***

Figyelj arra, hogy az elektromos kapcsolást megfelelően készítsd el a kapcsolási rajz alapján! Mindig a megfelelő feszültséget kapcsolod az áramkörre! Bizonyos esetekben jelentősége van az áram irányának, ilyenkor ügyelj a helyes polaritásra!



Eszköz és anyaglista

áramköri alaplap	tartóállvány
változtatható feszültségű áramforrás	6 V-os izzók
kapcsolók	iránytű
ampermérő	voltmérő
tűállvány	elektromágnes
vasszögek vagy csavarok	armatúra
érintkezőlemez-pár	Bunsen-állvány

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

I. kísérlet – Ørsted kísérlete

Állítsunk össze egy egyszerű áramkört változtatható áramforrással, kapcsolóval, 6 V-os izzóval és tartóra szerelt zsinórral. A zsinór olyan magasan legyen, hogy alá tudjuk helyezni a forgó tartóra helyezett iránytűt. Az áramköri alaplapot úgy forgassuk el, hogy a felette levő vezetékekkel párhuzamosan álljon egyensúlyi helyzetében. 4 V feszültség esetén figyeljük meg, mi történik az iránytűvel, ha bekapcsoljuk az áramot!

Figyeljük meg, hogy milyen változást okoz, ha a feszültséget 6 V-ra növeljük!

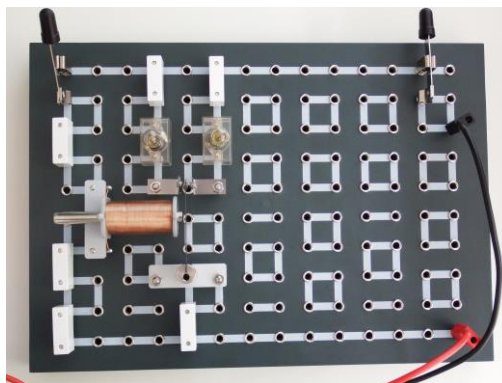
.....

Ismételjük meg a második mérésünket úgy, hogy megcseréljük az áramforrás polaritását. Tapasztalat:

II. kísérlet – Relé

Készítsük el a rajz szerinti áramkört. Figyeljünk arra, hogy a NO érintkező nyitva az NC zárva legyen. Ügyeljünk a helyes polaritásra!

Figyeljük meg az izzókat az egyes kapcsolók zárása és nyitása esetén. Először zárjuk a K1 kapcsolót, ezután kapcsoljuk ki és be a K2-es kapcsolót. Írjuk le megfigyeléseinket!



.....

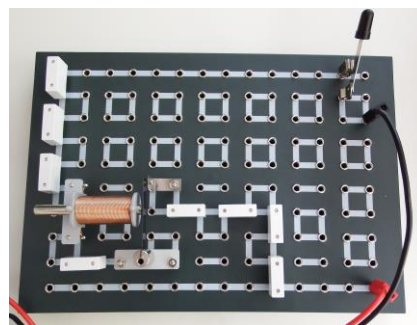
.....

Mi a gyakorlati jelentősége a kapcsolásnak?

.....

III. kísérlet – Automata megszakító

Gyakorlatilag az előző kapcsolást leegyszerűsítve állítsuk össze a fenti áramkört. A kapcsolót bekapcsolva zárjuk az áramkört és figyeljük meg a hatását az armatúrára.

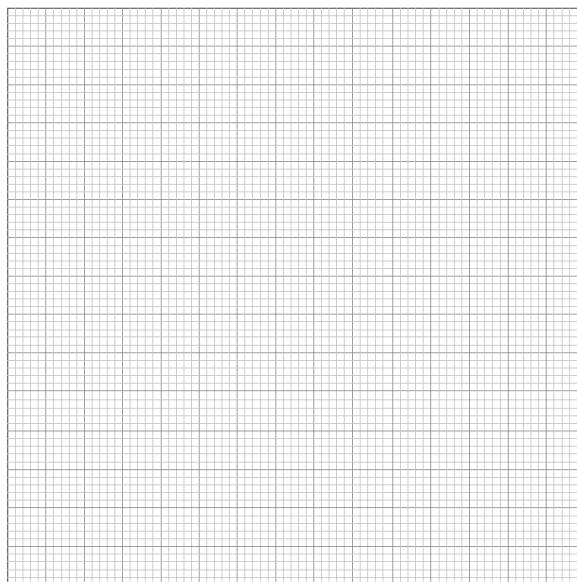


.....
 A kapcsolót nyitva mi történik az armatúrával?
 Magyarázzuk meg az automata biztosíték működését!

IV. kísérlet – Áramerősség és mágneses vonzóerő kapcsolata

Állítsunk össze egy egyszerű áramkört változtatható feszültségforrással, ampermérővel, kapcsolóval és elektromágnessel.

Zárjuk az áramkört és emeljünk fel annyi vasszeget, amennyit a mágnes elbír. Mérjük meg a felemelt szögek tömegét és az áramerősséget. A mérési adatokat foglaljuk táblázatba. Célszerű a szögeket tartó edényt mérlegre helyezni és a szögekkel együtt kitárázni az áram bekapcsolása előtt. Igaz, hogy ilyenkor negatív értéket fog kijelezni a digitális mérleg, de



nem kell külön rakosgatni a szögeket. Növeljük a feszültséget 2 V-tól egyesével, legalább 5 különböző értéknél mérjünk. Figyeljünk arra, hogy az elektromágnes a lehető legrövidebb ideig legyen bekapcsolva, és az áramerősség ne lépje át a megengedett határértéket. Miután leolvastuk a mérleget, a tartóedényt tegyük az elektromágnes alá, hogy a szegek ne szóródjanak szét! Mérési eredményeink alapján készítsünk tömeg–áramerősség grafikont!

áramerősség (A)									
tömeg (g)									

Felhasznált irodalom

http://hu.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_%C3%98rsted
<http://gyakorlat.pataky.hu/edu/elmelet/ellenallas.pdf>
 Renner János: A fizika elemei. TTKV, 1944.

4. óra

Elektromos áram levegőben és gázokban

Emlékeztető

Az elektromos áramhoz töltéshordozókra van szükség. A fémekben igen nagy számban állnak rendelkezésre a szabad töltéshordozók (elektronok). Bizonyos folyadékok a bennük lévő ionok segítségével szintén viszonylag jó vezetők. A levegő és a gázok azonban normál körülmények között szigetelők. Ahhoz, hogy a légnemű anyagok is vezetőkké váljanak, töltéshordozókat kell bejuttatni, vagy valamilyen módon létrehozni a semleges részecskékből. Az, hogy a levegő megfelelő körülmények között vezetővé válik már tapasztaltuk az elektrosztatikai jelenségek tanulmányozásánál. De nyilvánvalóan egy villámlás során is vezető lesz – még ha igen rövid időre is – a levegő. Az is köztudomású, hogy nagyfeszültségű vezetéket nem szabad még megközelíteni sem.

A levegőben, gázokban kétféle vezetésről beszélhetünk, az önálló vagy gerjesztett vezetés és az önálló vezetés. A gerjesztett vezetés során melegítés, röntgen vagy radioaktív sugárzás hatására válik vezetővé a gáz, ez a jelenség az ionizáció. Ez a folyamat általában addig tart, míg az ionizáló hatás fennáll. Önállóan vezetést létrehozhatunk kívülről bevitt töltéshordozókkal is, pl. porlasztott olajcseppekkel.

Az önálló vezetés során a gázban megtalálható igen csekély számú töltéshordozó a nagy potenciálkülönbség esetén már elegendő ahhoz, hogy beinduljon az ionizációs folyamat. Ilyet figyelhetünk meg pl. a villámlás és ívkisülés során.

A következőkben megvizsgáljuk a normál nyomású levegőben és gázokban, valamint az alacsony nyomású levegőben és a ritkított gázokban történő vezetést. A kísérletek jellegénél fogva ezek tanári bemutató kísérletek lesznek.

Munkavédelem

Figyelj, mert a felhasznált eszközök, anyagok felforrósodhatnak! A nagyfeszültség veszélyes!

**Eszköz és anyaglista**

Van de Graaf generátor	Crookes-cső
szén ívfény-lámpa	nagyfeszültségű tápegység
transzformátor 600–1200 menetes tekercsekkel	ritkított levegős csősorozat
gáz kisülési csövek	

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Mindegyik tanári kísérlet

Van de Graaf generátorral korona-, csúcs- és nyalábkisülés létrehozása –

Koronakisülés esetén a vezető felületén kékes-pirosas fénypontok, vagy egybefüggő fényréteg alakul ki. A csúcskisülés hegyes elektródokon jön létre, míg nyalábkisülést a koronakisülésből kaphatunk, ha növeljük a feszültséget. Ilyenkor az elektródokról szétágazó, világító fénykötegek indulnak ki.

Átütési feszültség közelítő meghatározása (Elmélet)

Megfelelően nagy elektrosztatikus feszültség esetén a fémelektródok között szikra üt át. Ez a szikrakisülés. Különböző elektródok esetén az alábbi táblázat mutatja, hogy bizonyos feszültségekhez mekkora szikrahosszok tartoznak. (A szikrahosszok közelítő értékek.)

feszültség (kV)	szikrahossz (mm)		
	csúcsok között	gömb sugár 5 cm	síkok között
20	15	6	6
40	45	13	14
100	220	45	37

Ívfény

60–80 V-os feszültségforrásra kapcsoljunk két szénrudat. Érintsük össze a szénrudakat, majd mikor izzani kezdenek, húzzuk kissé szét őket. A két szénrúd között igen erős ívfény keletkezik. Az ívfény keletkezésének magyarázata: Az érintkező két szénecsúcs a nagy átmeneti ellenállás miatt izzásba jön. Amikor eltávolítjuk őket egymástól, akkor a katódról kilépő elektronok a magas hőmérséklet következtében ionizálják a levegőt, így biztosítva a töltéshordozókat az áram fennmaradásához. Az ív hőmérséklete 3000 és 6000 °C között van. Régen mozik vetítőgépeiben, színházi és katonai reflektorokban használták.

Szarvas villámhárító

Zárt vasmagra helyezzünk a primer oldalon 600 menetes, míg a szekunder oldalon 2400 menetes tekercset. A primer oldalra kapcsoljunk hálózati feszültséget, a szekunder tekercs kivezetéseibe pedig dugjunk ívelt fémrudakat, „szarvakat”. A fémrudak alsó, egymáshoz közeli végén szikra keletkezik. A felmelegedő levegő felfelé viszi magával az ívet, amely az egyre távolabb lévő elektródák miatt előbb-utóbb megszakad, megszűnik. nagyfeszültségű távvezetékek villámvédelmét lehet megoldani ezzel a módszerrel, berendezéssel.

Crookes-cső

A Crookes-cső $10^{-2} - 10^{-3}$ Pa nyomású gázt tartalmaz. A cső közepén egy lehajtható fém máltai kereszt található. A cső végén van a katód, attól távolabb a cső oldalában az anód. A csőre

nagyfeszültséget kapcsolva a katódsugárzás, elektronsugárzás jön létre. Ha lehajtjuk a keresztet, akkor a cső katóddal szembeni vége zöldesen világít. Ha a máltai keresztet kihajtjuk a sugárzás útjába, akkor a cső végén a fémkereszt éles árnyéka látható. Mágnessel a katódsugár eltéríthető, amivel kimutatható a sugárzásban terjedő részecskék töltése.



A Crookes-csőben fékezési röntgensugárzás keletkezik. A diákokat ne engedjük 2 m-nél közelebb a csőhöz!

Önálló vezetés ritkított gázokban

Ködfénykisülés esetén csökkentett nyomású gázokban fényjelenség kíséretében jön létre az áramvezetés. A mindennapi életben a fénycsövekben, reklámcsövekben láthatunk ilyet.

Kisülési csősorozattal tanulmányozhatjuk ezt a jelenséget. A csősorozat több, egyre csökkenő nyomású üvegsőből áll. Ezekre nagyfeszültséget kapcsolva különböző fényjelenségeket figyelhetünk meg.

- Normál nyomáson a csőben nincs áramvezetés.
- 5–6 kPa nyomáson vékony fonálszerű csík jelenik meg a csőben, és néhány mA áramerősséget mérünk az áramkörben.
- A nyomás csökkenésével a fénycsík szélesedik, és az áramerősség nő.
- 1 kPa nyomáson a fényoszlopban sötétebb és világosabb sávok figyelhetők meg.
- 0,1 kPa nyomáson a legnagyobb a rétegződés.
- A nyomás további csökkentésekor a fényjelenség a fényjelenség is és az áramerősség is megszűnik.
- 10 Pa nyomáson a kisülési cső belseje sötét, de a katóddal szemközti fal zöldes fénnel világít. Ez már a katódsugárzás, amely elektronokból álló sugárzás.

Különböző gázokkal töltött kisülési csövek különböző színűek. Figyeljük meg, hogy melyik gáz milyen fénnel világít!

<i>gáz fajtája</i>	<i>argon</i>	<i>hélium</i>	<i>hidrogén</i>	<i>neon</i>	<i>kripton</i>
<i>a gáz színe</i>					

Házi feladat

Nézz utána, hogy mi az az elektronső? Mikor és mire használták? Milyen előnyei és hátrányai vannak a hasonló célokat szolgáló újabb eszközökkel szemben?

Felhasznált irodalom

Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó; Budapest 1994.