

Elektromosság I.

Fizika 10.

Készítette: Rapavi Róbert

Lektorálta: Gavlikné Kis Anita

Kiskunhalas, 2014. december 31.

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 haját 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 eszközkidást, 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 visszönteni nem szabad!
- A laboratóriumi lefolyóba ne dobj olyan anyagot (pl. szűrőpapírt, gyufaszálat, parafadugót, üvegcserepet stb.), amely dugulást okozhat!
- Az eszközöket csak rendeltetészerűen, tanári engedéllyel szabad használni!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetészerűen 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

Elektrosztatikai alapjelenségek

Emlékeztető

Dörzsölés hatására bizonyos anyagok olyan állapotba kerülnek, hogy más, kisebb testeket magukhoz vonzanak. Azt mondjuk, hogy ilyenkor a megdörzsölt testek elektromos állapotba kerülnek, elektromos töltésük lesz. Kétféle elektromos állapotról, töltésről beszélünk. Pozitív elektromos állapotot mutat a bőrrel dörzsölt üvegrúd, negatívot a szőrmével dörzsölt műanyag-rúd. Alapvetően az elektromos állapothoz elég összeérinteni a testeket, a dörzsölés csak növeli az érintkező felületek nagyságát, így a jelenség jól észlelhető. A pozitív elektromos állapotot elektronhiány, míg a negatívot elektrontöbblet eredményezi. Az azonos töltésű testek taszítják, míg az ellentétes töltésű testek vonzzák egymást. A töltés egysége a coulomb (C). A XVIII. században élő francia fizikusról, Charles Augustin de Coulombról nevezték el. Az 1 C-nyi töltés igen nagy, mivel az elemi töltés, az elektron töltése mindössze $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Coulomb ismerte fel és igazolta kísérletileg az elektrosztatika egyik legalapvetőbb törvényét, miszerint két pont-töltés között ható erő egyenesen arányos a töltések nagyságával és fordítva a köztük lévő távolság négyzetével.

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Ahol $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ (Coulomb-féle állandó – értékét később másféleképpen is ki fogjuk fejteni), Q_1 és Q_2 a töltések nagysága, r a töltések közti távolság, F az ún. Coulomb-erő.

Munkavédelem

Figyelj, mert nyílt lánggal, forró testekkel, folyadékokkal kell dolgoznod! Az eszközök közül sok törékeny!

**Eszköz és anyaglista**

tűállvány	selyem
forgó tartó	gyapjú
áramköri alaptábla	bodzabél inga
műanyagrúd (2 db)	hungarocell golyók
plexi rúd	alufólia golyócskák
léggömb	műanyag lap
papírlap	glimmlámpa

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

I. kísérlet – Helyezzük az áramköri lapra a tűállványt, majd illesszük rá a forgó tartót. Erősen dörzsöljük meg a műanyag rudat a gyapjúval és tegyük a forgó tartóra, hogy ne billenjen le. Ezután dörzsöljük meg a másik műanyag rudat is és közelítsük a végét a forgón lévő rúd végéhez. Mit tapasztalunk?

Ismételjük meg előlről a kísérletet azzal a különbséggel, hogy a második rudat cseréljük ki plexi rúdra, de ezt már selyemmel dörzsöljük. Most mit fogunk látni?

Mit mondhatunk a létrejövő töltések előjeléről az egyik és a másik esetben?

II. kísérlet – Dugaszoljuk az áramköri táblára a tartóállványt, majd akasszuk rá a bodzabél ingát. Érintsük meg a fémállványt, hogy a felesleges töltést elvezessük. A gyapjúval megdörzsölt műanyag rudat húzzuk végig az állvány tetején. Mit látunk?

Ismételjük meg néhányszor a dörzsölést és a rúd végighúzását az állványon. Mit tapasztalunk?

Az ingatartó állványt kézzel szigetelve ismételjük meg a kísérletet a selyemmel dörzsölt plexi rúddal is. Látunk-e valami különbséget az előzőleg megfigyeltékhez képest?

III. kísérlet – Szórjunk alufólia golyócskákat és papírszeletkéket az asztalra. Helyezzük papírlapra a műanyag lapot, majd dörzsöljük meg. A megdörzsölt műanyag lap sarkát óvatosan megfogva hirtelen emeljük meg a papírlapról, majd tartsuk a golyók és a papírszeletkéké fölé. Mit tapasztalunk?

IV. kísérlet – Az I. kísérletnél alkalmazott összeállítást alkalmazzuk azzal a különbséggel, hogy a műanyag rudat dörzsölés nélkül helyezzük a forgó tartóba, majd közelítsük hozzá a másik, gyapjúval dörzsölt műanyagot. Mit tapasztalunk?

Magyarázzuk meg a látottakat!

V. kísérlet – Nyissuk meg a vízcsapot, hogy vékony sugárban folyjon a víz. Közelítsünk hozzá gyapjúval megdörzsölt műanyag rúddal vagy szőrmével dörzsölt plexirúddal. Írjuk le és magyarázzuk meg a látottakat!

VI. kísérlet – Dörzsöljünk meg gyapjúval egy műanyag rudat, majd a glimmlámpa egyik fém érintkezőjét megfogva érintsük a másik érintkezőt a rúd különböző pontjaira. Közeliől figyeljük meg a lámpát. (Ha besötétítünk, jobban látható a jelenség.) Mit látunk? Magyarázzuk meg!

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Tanári kísérletek Van de Graaff generátorral

A generátort feltöltve nézzük meg, hogyan helyezkednek el a generátor hengerére ragasztott papír szeletkék. Poharas elektroszkóp külső oldalához érintsünk feltöltött testet. Nézzük meg, mit mutat az elektroszkóp, ha a töltést a pohár belsejébe juttatjuk?

Érintsünk fém- vagy műanyag rudat elektroszkóp poharának külső oldalához. Mit látunk?

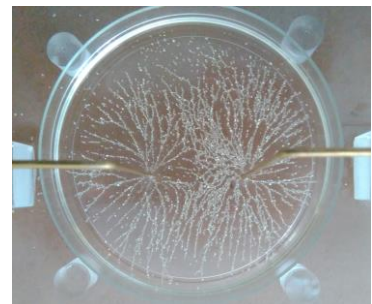
A feltöltött elektroszkóp belsejébe érintsük a fémpálcás golyót. Megváltozik-e az elektroszkóp mutatójának a helyzete? És ha a külső oldalhoz érintjük?

Mire következtethetünk az előző kísérletekből? Hol helyezkedik el a töltés a fémeken?

Az emberi test feltöltése Van de Graaff generátorral.



Az elektromos tér kimutatása. Kristályosító csészébe vagy más szigetelő, lapos tálba öntünk néhány mm vastagon ricinusolajat, tetejére szórjuk búzadarát. Helyezzünk különböző alakú elektródákat az olajba és az egyiket földeljük, a másikat kössük a generátor-



hoz. A daraszemcsék az elektromos erővonalak mentén rendeződnek.

Faraday kalitka vizsgálata. A „hajásbaba” feltöltése, majd drótháló alá helyezése. Mit látunk, mi a különbség a két eset között? Mi a jelenség magyarázata?

Házi feladat

Gyűjtsünk össze a mindennapi életből vett példákat, ahol az elektrosztatikus feltöltődésnek jelentősége van. Hol jelentkezik káros hatásként? Melyek azok az esetek, amikor a berendezés, eszköz működése alapul az elektrosztatikus feltöltődésen?

Felhasznált irodalom

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

2. óra

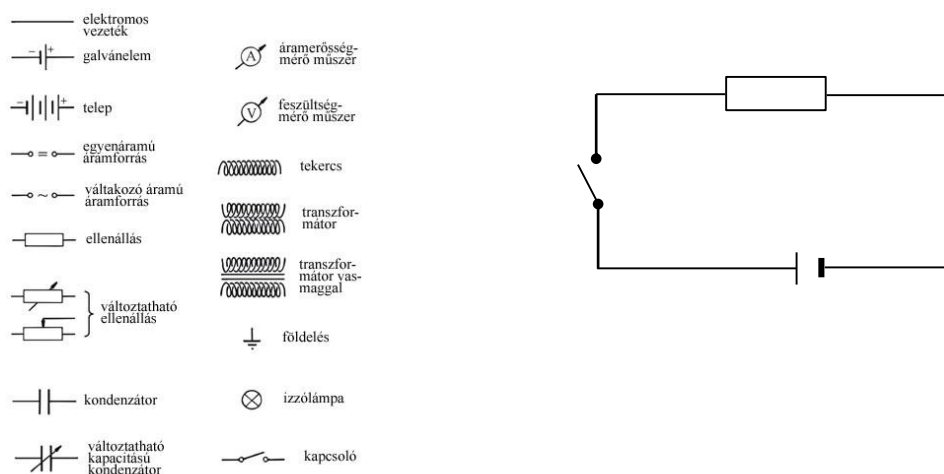
Az elektromos áram

Emlékeztető

Az elektromos áram töltéssel rendelkező részecskék rendezett mozgása, áramlása. Egyenáramról beszélünk, ha a töltéshordozók mozgása egyirányú. A töltéshordozók áramlását először a fémes vezetőkben vizsgáljuk, ahol a szabad elektronok mozgása jelenti az elektromos áramot. A töltéshordozók áramlását jellemzi, az időegység alatt egy adott keresztmetszetű vezetéken átáramlott töltésmennyiség. Ezt áramerősségnek (I) nevezzük.

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

Mértékegységét Ampère francia fizikus után ampernek nevezzük. 1 A erősségű az áram, ha 1 s alatt 1 C töltés áramlik át a vezető adott keresztmetszetén. Abban az esetben, ha az áramerősség értéke időben állandó, akkor stacionárius egyenáramról beszélünk. Megállapodás szerint az áramirányon a pozitív töltéshordozók mozgásirányát tekintjük, bár a valóságban, a fémekben ez épp fordítva van. A töltéshordozók folyamatos mozgásához tartósan fennálló elektromos térre van szükség. Azok a berendezések, amelyek az elektromos teret folyamatosan fenntartják, az áramforrások vagy feszültségforrások. Tartós elektromos áramot csak áramkörben tudunk létrehozni. Az áramkör elemei: áramforrás, vezetékek, fogyasztó és gyakorlati szempontból praktikus, ha van benne kapcsoló is. Az áramköröket általában rajzzal szemléltetjük. A fentebb felsorolt, valamint a további áramköri elemeknek meghatározott rajzjele van. Egy egyszerű áramkör ábrája.



Elektromos áramkörben változtatva az áramforrás feszültségét azt tapasztaljuk, hogy a fogyasztó kivezetésein mért feszültség és a fogyasztón átfolyó áram erőssége között egyenes ará-

nyosság áll fenn. A két mennyiség hányadosa által meghatározott fizikai mennyiség a fogyasztóra jellemző állandó, a fogyasztó ellenállása. (Később látni fogjuk, hogy pl. a hőmérséklet befolyásolja az ellenállás értékét.) A fenti összefüggés Ohm-törvénye. Az ellenállás mértékegysége Ohm (német fizikus) tiszteletére ohm (Ω).

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

Az ellenállás azt mutatja meg – ami tulajdonképpen benne van a nevében –, hogy mennyire akadályozza egy adott fogyasztó a töltéshordozók áramlását.

Több fogyasztót az áramkörben alapvetően kétféle módon köthetünk be. Elágazás nélkül, vagyis sorosan, ill. elágazásos módon, párhuzamosan.

Eredő ellenállásnak (R_e) nevezzük azt az ellenállást, amellyel helyettesítve az áramkörbe kapcsolt többi ellenállást, ugyanolyan feszültség és áramerősség értékeket mérnénk az áramkörben. Soros kapcsolás esetén az eredő ellenállás a részellenállások összege:

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

Párhuzamos kapcsolásnál az eredő ellenállás reciproka a részellenállások reciprokainak az összege:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

Mit jelentenek a fenti összefüggések? Hogyan viszonyul az eredő ellenállás értéke a részellenállások értékeihez?

Munkavédelem

Figyelj arra, hogy az elektromos kapcsolást megfelelően készítsd el a kapcsolási rajz alapján! Mindig a megfelelő feszültséget kapcsold az áramkörre! Ha változtatni kell a feszültséget, akkor mindig a legkisebb értékkel kezd a mérést! Bizonyos esetekben jelentősége van az áram irányának, ilyenkor ügyelj a helyes polaritásra!

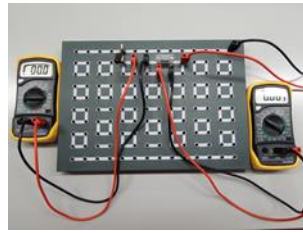
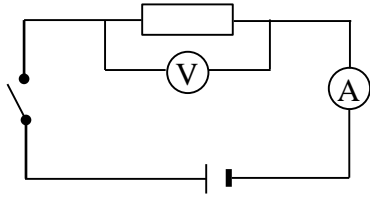


Eszköz és anyaglista

áramköri alaplapp	2 db különböző ellenállás (47 Ω ; 100 Ω)
változtatható feszültségű áramforrás	vezetékek
kapcsoló	voltmérő
ampermérő	

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

I. kísérlet – Ohm törvényének igazolása



Kapcsoljuk az áramkörbe az egyik ellenállást, majd a feszültséget folyamatosan változtatva 2 V-tól 10 V-ig 2 V-os lépésekben mérjük meg az áramkörben az áramerősséget és a fogyasztóra eső feszültséget. A mérési eredményeket foglaljuk táblázatba. Az R_1 ellenállás névleges értéke: Ω .

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

Számítsuk ki a kapott eredményekből az ellenállás átlagát! $R_{1,mért} = \dots\dots\dots \Omega$. Hasonlítsuk ezt össze az ellenállás névleges értékével! Hány százalék a mérés eltérése?%.

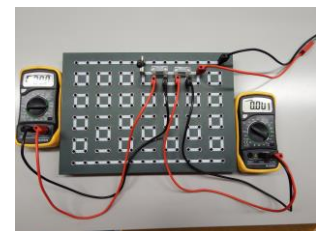
Ismételjük meg az előző méréssort azzal az eltéréssel, hogy az ellenállást kicseréljük egy más értékűre. Az R_2 ellenállás névleges értéke: Ω .

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

Számítsuk ki a kapott eredményekből az ellenállás átlagát! $R_{2,mért} = \dots\dots\dots \Omega$. Hasonlítsuk ezt össze az ellenállás névleges értékével! Hány százalék a mérés eltérése?%.

II. kísérlet – Soros kapcsolás

Kapcsoljuk sorba a két ellenállást, és az áramforrás 4 V, 8 V és 12 V feszültsége esetén mérjük meg az ellenállásokra eső feszültségeket, valamint az áramforrás tényleges feszültségét ($U_{mért}$)! Töltsük ki a táblázatot! Hasonlítsuk össze a részfeszültségek összegét (U_1+U_2) a mért feszültséggel!

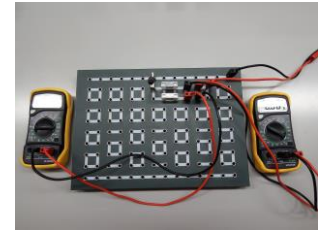


.....

	U_1 (V)	U_2 (V)	$U = U_1 + U_2$ (V)	$U_{\text{mért}}$ (V)
1. mérés				
2. mérés				
3. mérés				

III. kísérlet – Párhuzamos kapcsolás

Kapcsoljuk párhuzamosan a két ellenállást, és az áramforrás 4 V, 8 V és 12 V feszültsége esetén mérjük meg az ellenállásokon átfolyó áramerősségeket, valamint a főágban folyó áramerősséget ($I_{\text{fő}}$)! Töltjük ki a táblázatot! Hasonlítsuk össze a mellékágak áramerősségeinek összegét (I_1+I_2) a főágban mért áramerősséggel!



	I_1 (A)	I_2 (A)	$I = I_1 + I_2$ (A)	$I_{\text{mért}}$ (A)
1. mérés				
2. mérés				
3. mérés				

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Tisztán sorosan vagy párhuzamosan kapcsolva azonos ellenállásokat, érdekes összefüggések figyelhetők meg. n db azonos ellenállás soros kapcsolása esetén az eredő ellenállás $n \cdot R$ lesz. Hasonlóan n db azonos ellenállás (R) párhuzamos kapcsolásakor az eredő ellenállás értéke R/n . Ha az ellenállásokat „vegyesen” kapcsoljuk, akkor különböző eredőket kaphatunk.

A mérőműszerek különböző méréshatáron működnek, de a műszereken mindig egy meghatározott áram haladhat keresztül, ill. egy meghatározott feszültséggel terhelhetők. Ahhoz, hogy más értékeket is mérni lehessen velük, az ampermérőkkel párhuzamosan kapcsolnak ún. sönt ellenállást. Ezzel elérhető, hogy a többletáram a söntön haladjon keresztül. Voltmérőknél egy sorosan kapcsolt előtét ellenállást alkalmaznak, és erre jut a „főleges” feszültség.

Házi feladat

Gyűjtőmunka Nézz utána, hogyan készítik a nyomtatott áramköröket (NYÁK)!

Felhasznált irodalom

Saját ábrák.

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/fizika/fizika-10-efolyam/az-elektromos-aram/az-elektromos-aramkor-elemei>

http://hu.wikipedia.org/wiki/Furatszerel%C3%A9si_techol%C3%B3gia

3. óra

A fémvezetékek ellenállásának vizsgálata

Emlékeztető

A fémvezetékek (huzalok) ellenállását a vezeték fizikai paraméterei határozzák meg. Ha eltekintünk a hőmérséklet-változástól, akkor a vezeték hosszával (l) egyenes arányban, keresztmetszetével (A) fordított arányban változik az ellenállás. A harmadik jellemző, ami az ellenállást befolyásolja az az anyagi minőség, pontosabban az anyagi minőségre jellemző állandó, az ún. fajlagos ellenállás (ρ).

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

$$[\rho] = \Omega \cdot m = \Omega \frac{mm^2}{m} \text{ (A kétféle mértékegység csak nagyságrendben különbözik.)}$$

Munkavédelem

Figyelj arra, hogy az elektromos kapcsolást megfelelően készítsd el a kapcsolási rajz alapján! Mindig a megfelelő feszültséget kapcsold az áramkörre! Ha változtatni kell a feszültséget, akkor mindig a legkisebb értékkel kezd a mérést! Bizonyos esetekben jelentősége van az áram irányának, ilyenkor ügyelj a helyes polaritásra!

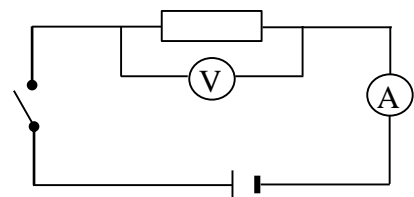
**Eszköz és anyaglista**

áramköri alaplapp	csak anyagi minőségben különböző 3 huzal
változtatható feszültségű áramforrás	csak keresztmetszetben különböző 3 huzal
kapcsoló	csak hosszúságban különböző 3 huzal
ampermérő	voltmérő
vezetékek	mikrométer csavar

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat**I. kísérlet**

Készítsük el a rajz szerinti áramkört, ahol a huzalt az ellenállás szimbolizálja.

A különböző huzalokkal történő mérések során ügyeljünk arra, hogy túl nagy feszültséget ne használjunk és lehetőség szerint csak a műszerek leolvasásának idejére zárjuk az áramkört.



Feszítsünk ki az áramköri panelen vagy deszkalapon 3 azonos hosszúságú, azonos keresztmetszetű, de különböző anyagi minőségű huzalt. Egyenként áramkörbe kötve őket mérjük meg a rajtuk áthaladó áramot és a rájuk eső feszültséget, majd számítsuk ki az ellenállásukat. A mérést 3 különböző (2 V, 4 V, 8 V) feszültség esetén végezzük el. Készítsünk U–I grafikont!

	U_1 (V)	I_1 (A)	R_1 (Ω)	U_2 (V)	I_2 (A)	R_2 (Ω)	U_3 (V)	I_3 (A)	R_3 (Ω)	R (Ω)
réz										
konstantán										
krómnikkel										

Hasonlítsuk össze, hogyan függ az anyagi minőségtől az ellenállás!

Ismételjük meg a mérést 3 azonos hosszúságú, egyforma anyagú, de különböző keresztmetszetű huzallal ($A_1 < A_2 < A_3$).

	A (mm ²)	U_1 (V)	I_1 (A)	R_1 (Ω)	U_2 (V)	I_2 (A)	R_2 (Ω)	U_3 (V)	I_3 (A)	R_3 (Ω)	R (Ω)
1.											
2.											
3.											

Mit mondhatunk az ellenállásaikról!

Harmadszorra azonos anyagú és keresztmetszetű, de különböző hosszúságú huzalokkal végezzük el a mérésort ($l_1 < l_2 < l_3$).

	l (cm)	U_1 (V)	I_1 (A)	R_1 (Ω)	U_2 (V)	I_2 (A)	R_2 (Ω)	U_3 (V)	I_3 (A)	R_3 (Ω)	R (Ω)
1.											
2.											
3.											

Itt hogyan függ össze a hossz és az ellenállás?

Ha nincs különböző keresztmetszetű és különböző hosszúságú huzalunk, akkor 3 egyforma huzal párhuzamos és soros kapcsolásával helyettesíthetjük az előző két mérést.

II. kísérlet Tanári kísérlet!

A fajlagos ellenállás mérését visszavezethetjük feszültség, áramerősség, hossz és átmérő mérésére.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}; \quad R = \frac{U}{I}; \quad A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

$$\rho = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot U}{4 \cdot I \cdot l}$$

Először mérjük meg a rendelkezésre álló huzal átmérőjét (d) mikrométercsavarral. Ezután kifeszítve csíptessük két krokodilcsipesz közé, majd mérjük meg a hosszát (l). Kössük be egy kapcsolóval ellátott áramkörbe, majd a tápegység öt különböző feszültségénél (2 V, 4 V, 6 V, 8 V, 10 V) mérjük meg a huzalon átfolyó áram erősségét és a huzalra jutó feszültséget. Méréseink eredményét foglaljuk táblázatba.

A huzal átmérője, $d = \dots\dots\dots \text{mm}^2 = \dots\dots\dots \text{m}^2$. A huzal hossza, $l = \dots\dots\dots \text{m}$.

	U (V)	I (A)	ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	$\rho_{\text{átl}}$ ($\Omega \cdot \text{m}$)
1. mérés				
2. mérés				
3. mérés				
4. mérés				
5. mérés				

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Az ellenállás az elektronikai alkatrészek egyik fontos csoportja. A használatos ellenállások anyagától, alakjától és jellegétől függően huzal és rétegellenállásokat különböztetünk meg. Az ellenállás alapanyagot hőálló, többnyire rúd alakú szigetelőtestre viszik fel. Az ellenállásokat nedvesség és más károsodás ellen megfelelő védőréteggel vonják be.

Huzalellenállás esetén általában kerámiatest hordozza az ellenálláshuzalból készült tekercselést. Egysoros, nagy menetemelkedésű ellenállásoknál a kellő szigetelést lakkbevonattal, vagy felületi oxidréteggel érik el. Rétegellenállásoknál az ellenállásanyagot vákuumban elgőzölögtetik, és összefüggő rétegben lecsapódik a kerámiatestre (szén, fém, nemesfém).

Az ellenállásokat működésük alapján is csoportosíthatjuk.

Állandó értékű: tömör, réteg, huzal.

Változó értékű:

- Fényfüggő: fotoellenállás
- Feszültségfüggő: varisztor
- Hőmérsékletfüggő: termisztor
 - Pozitív hőfoktényezőjű: PTK (PTC)-ellenállás (ha T nő $\Rightarrow R$ nő)
 - Negatív hőfoktényezőjű: NTK (NTC)-ellenállás (ha T csökken $\Rightarrow R$ csökken)
- Alakváltozás függő: Nyúlásmérő bélyeg (A mérendő testre ragasztva az ellenállásváltozás a mechanikai torzulás mértékével arányosan változik)

Felhasznált irodalom

Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó; Budapest 1994.
<http://gyakorlat.patakyl.hu/edu/elmelet/ellenallas.pdf>

4. óra

Ellenállások hőmérsékletfüggése; áramforrás belső ellenállása

Emlékeztető

A huzalok ellenállása függ a hőmérséklettől is. Minél magasabb a hőmérséklet, általában annál nagyobb az ellenállás. (Pl. a fémek ellenállása magasabb hőmérsékleten nagyobb, míg a szén ellenállása ekkor csökken.)

$$R = R_0(1 + \alpha \cdot (t - t_0))$$

Ahol a R a t hőmérsékleten mért ellenállás, R_0 a t_0 hőmérsékleten mért ellenállás, α a hőmérsékleti együttható (koefficiens).

Bizonyos fémek, ötvözetek ellenállása jelentős mértékben lecsökken, ha csökkentjük a hőmérsékletüket. Ez a jelenség a szupravezetés. Ilyenkor a vezetéken gyakorlatilag ellenállás nélkül folyik az áram.

A gyakorlatban használt áramkörökben a töltéseknek nemcsak az áramforráshoz kapcsolt ellenálláson (fogyasztón) kell áthaladnia, hanem magán az áramforráson is. A töltések nem akadálytalanul jutnak át az áramforrásokon, ezért azoknak is van ellenállásuk. Az áramforrás ellenállását belső ellenállásnak (R_b) nevezzük. A terheletlen áramforrás kapcsain mérhető feszültséget üresjárású feszültségnek (U_0), elektromotoros erőnek nevezzük. Egy egyszerű áramkör esetében a töltések áthaladnak a külső ellenálláson (R_k) és az áramforráson is, ezért úgy tekinthetjük, hogy az áramforrás belső ellenállása és a külső ellenállás sorosan van kapcsolva. Az üresjárású feszültség a fogyasztón mérhető ún. kapocsfeszültség és az áramforrás belső feszültségének az összege.

$$U_0 = U_k + U_b$$

Így az áramkörben folyó áram erőssége (Ohm törvénye teljes áramkörre):

$$I = \frac{U_0}{R_k + R_b}$$

Munkavédelem

Figyelj az elektromos áram használatánál! A kísérletek során bizonyos tárgyak, eszközök fel-forrósodhatnak, óvatosan dolgozz velük!

**Eszköz és anyaglista**

spirál alakban felcsévélt ellenálláshuzal	6 V-os és 230 V-os izzó
mécses	ampermérő – voltmérő
üvegrúd	gázégő
végein lecupaszított grafitceruza	potenciométer
változtatható áramforrás	zsebtelep

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

I. kísérlet – Fémhuzal ellenállásának vizsgálata

Ellenálláshuzalból tekert fémspirált kössünk be az áramkörbe úgy, hogy alá tudjunk helyezni egy mécsest. Kössünk sorba a huzallal egy 6 V-os zsebizzót és egy ampermérőt. Zárjuk az áramkört és figyeljük meg az izzó fényét és olvassuk le az áramerősség értékét!

Gyűjtsuk meg a mécsest és figyeljük meg, mi történik az izzóval és kövessük, hogyan változik közben az áramerősség!

Végül fűjjük el a mécsest és figyeljük, hogyan függ össze az izzó fényereje és az áramerősség értéke!

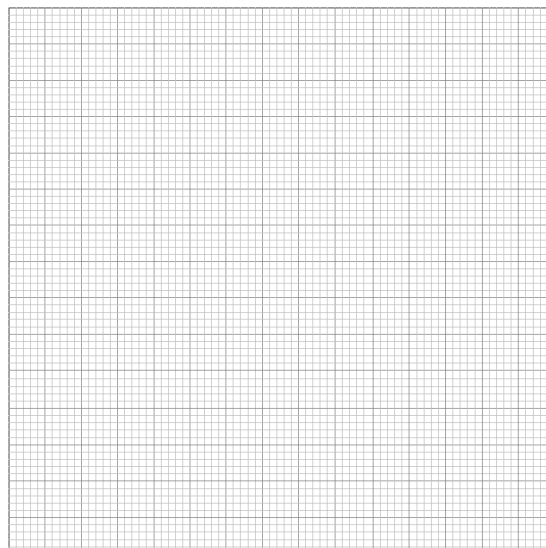
Mire következtethetünk a megfigyeléseinkből a huzalspirál ellenállásával kapcsolatban?

II. kísérlet – Izzó hőmérsékleti karakterisztikájának meghatározása

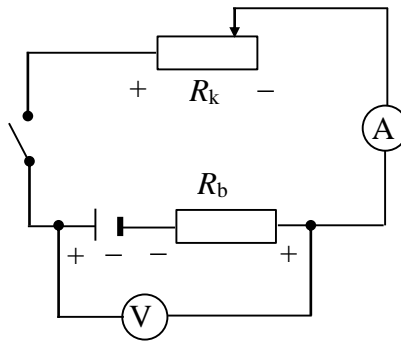
Kapcsoljunk váltakozó feszültségű tápegységre 230 V-os izzót úgy, hogy mérni tudjuk a rajta átfolyó áram erősségét és az izzóra eső feszültséget. 2 V-tól 12 V-ig (2 V-os lépésközzel) változtatva az áramforrás feszültségét, mérjük az izzó feszültségét és az áramerősséget. Foglaljuk táblázatba a mérési eredményeinket!

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
U (V)						
I (A)						

Ezután készítsünk áramerősség–feszültség grafikont! Milyen görbét kapunk? Mit jelent ez az izzó ellenállására nézve?



III. kísérlet – Áramforrás belső ellenállásának vizsgálata

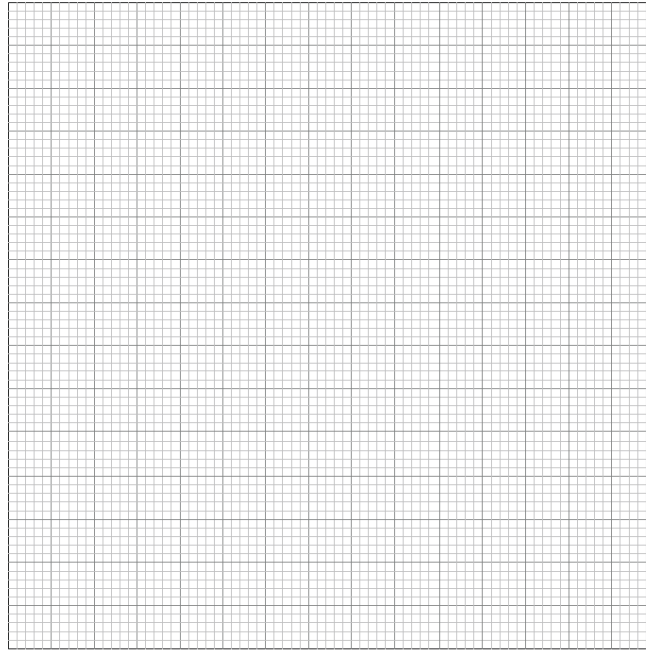


Állítsuk össze a fenti kapcsolást! R_b nyilván majd a mérhető belső ellenállás lesz, az áramforrás nem elem, hanem 4,5 V-os telep, R_k a változtatható külső ellenállás. Először nyitott kapcsolóállás esetén mérjük meg az üresjárású feszültséget. Ezután zárjuk az áramkört (kis áramerősségtől indulva – maximális potenciométer állásnál) leolvassuk a körben folyó áram erősségét és a kapocsfeszültséget. A potenciométer forgatásával egyre nagyobb áramerősségek esetén ismételtén olvassuk le mindkét mérőműszerünket. Lehetőség szerint 5 mérést végezzünk. Táblázatba jegyezzük fel a mérési adatokat, majd ezek segítségével határozzuk a telep belső ellenállását!

Figyelem! Az áramkört csak igen rövid időre, csak a mérőműszerek leolvasásának idejére zárjuk! Ügyeljünk arra, hogy a telep kapocsfeszültsége 2 V alá ne csökkenjen!

$U_0 =$ (V)	I (A)	U_k (V)	$U_0 - U_k$ (V)	$R_b = \frac{U_0 - U_k}{I}$ (Ω)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
				$R_{b, \text{átl}}$

Végül készítsünk kapocsfeszültség–áramerősség grafikont! Mit tudunk leolvasni a grafikonról?



Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Tanári kísérlet

Az üveget jó szigetelőnek tartjuk. Vizsgáljuk meg, mi történik, ha melegíteni kezdjük.

Üvegcsövet kössünk be egy áramkörbe úgy, hogy Bunsen-égővel melegíteni tudjuk. Kössünk vele sorba egy zsebizzót, majd zárjuk az áramkört. Világít-e az izzó?

Melegítsük az üvegcsövet és figyeljük meg az izzót. Mit látunk?

Mi lehet a jelenség anyagszerkezeti magyarázata?

.....

Vigyázat balesetveszély! Elszívófülkében célszerű elvégezni, az esetleg szétrepülő darabok miatt.

A közönséges ceruza két végét csupaszítsuk le és kapcsoljuk krokodilcsipeszekkel 230 V-os hálózatra. Kapcsoljuk be az áramot. Mi történik?

.....

Magyarázzuk meg a látottakat!

Házi feladat

Nézz utána, hogy milyen hőmérsékleten következik be a szupravezetés jelensége? Mire használják a gyakorlatban a szupravezető anyagokat? Milyen lehetőségeket tartogathat ez a technológia?

Felhasznált irodalom

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

Munkafüzet a tanulók fizikai méréseihez gimnázium IV. osztály; Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.