1. Kísérletek egyenáramú áramkörökkel

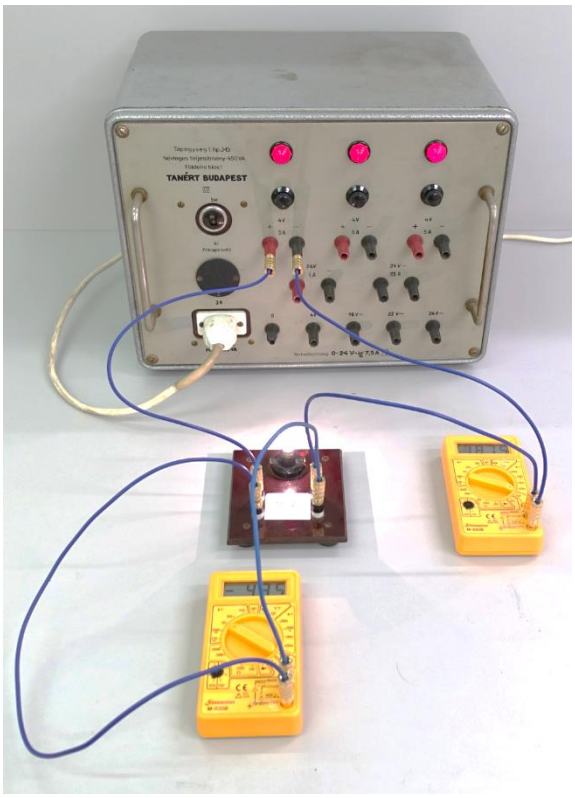
Tartalom

Kulcstartalmak 2
1. Feszültség és áramerősség mérése 3
2. Ohm-törvény mérése ellenállással és izzószállal 4
3. Soros- és párhuzamos kapcsolás feszültség- és áramerősség-viszonyainak mérése 5
a) Soros kapcsolás 5
b) Párhuzamos kapcsolás 6
4. Hőfejlődés vizsgálata áramjárta vezetőkön 7
a) Sorba kapcsolt ellenállásokon 8
b) Párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon 9
c) A hőfejlődés különböző vezetőkből készült láncon 9
d) A hőfejlődés és a vezető alakja közötti összefüggés bemutatása 10
5. Az ellenállás hőmérséklet-függésének demonstrálása 10
6. Wolframszál hőmérsékleti együtthatójának mérése 11
7. Kapocsfeszültség mérése a terhelés függvényében 12
8. Kísérletek félvezetőkkel 13
a) Termisztor 13
b) LED feszültség-áramerősség karakterisztikájának mérése 13

Kulcstartalmak

- Ohm-törvény
- Kirchoff-törvények
- Soros és párhuzamos kapcsolás
- Joule-hő
- Kapocsfeszültség, belső ellenállás
- Az elektromos ellenállás hőmérséklet függése
- Wheatstone-híd kapcsolás
- Félvezetők
- Dióda

1. Feszültség és áramerősség mérése

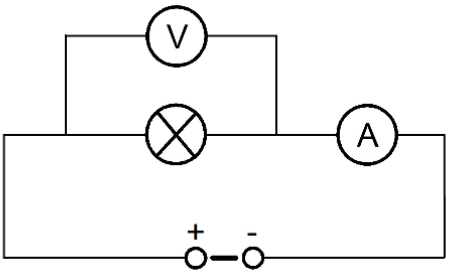


A kísérlet célja

Feszültség és áramerősség helyes mérése, mérőeszközök megismerése.

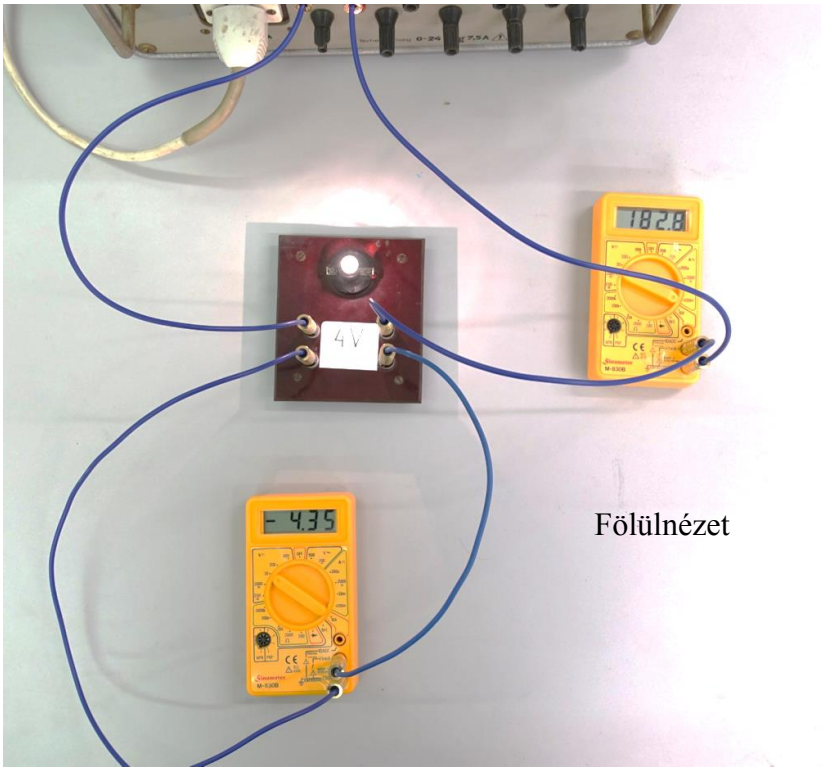
Szükséges anyagok, eszközök

- Tápegység (Tanért 1)
- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- Izzó foglalatban



Leírás és feladatok

Rakjuk össze a képen és kapcsolási rajzon látható egyszerű áramkört egy egyenáramú tápegység és egy izzó segítségével. A tápegység 4V-os kimenetére kössük az izzót! Digitális multiméterrel mérjük meg a körben folyó áramot, és az izzón eső feszültséget! Mi történik, ha a kábeleket felcseréljük a digitális multiméterben? Magyarázzuk a tapasztaltakat! Mit jelent a feszültség, illetve áramerősség pozitív, illetve negatív értéke?



Fölülnézet

Figyelem!

A digitális multiméter használati útmutatója a mérés végén található! A multimétert egyenáramú mérésre kell állítani! A feszültségmérő műszert 20 V, az árammérő műszert 200 mA méréshatárra állítsuk! Az áramot mindig sorosan, a feszültséget mindig párhuzamosan kapcsolt műszerrel mérjük, ahogy az ábrán jelöltük.

Elméleti és módszertani kérdések

- Definiáljuk a feszültség, illetve áramerősség fogalmát!

2. Ohm-törvény mérése ellenállással és izzószállal

A kísérlet célja

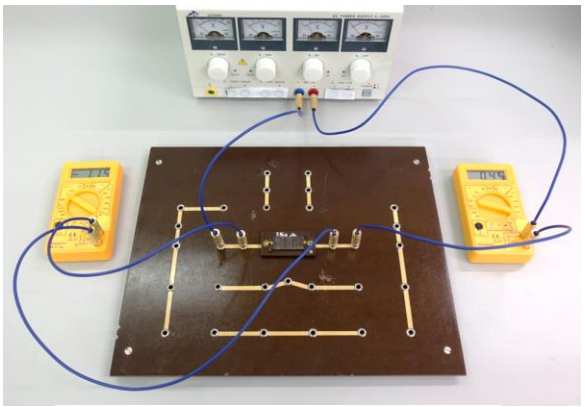
Ohm-törvény kimérése és korlátainak vizsgálata.

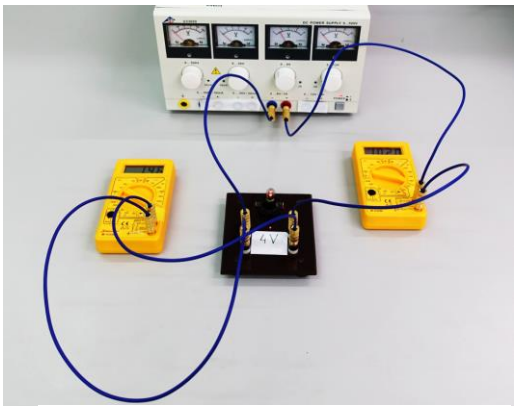
Szükséges anyagok, eszközök

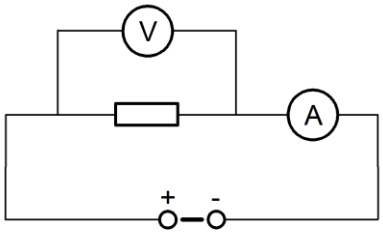
- Tápegység (3B, 0-8 V, változtatható)
- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- Izzó foglalatban
- Próbapanel
- 250 Ω-os ellenállás próbapanelhez illő foglalatban

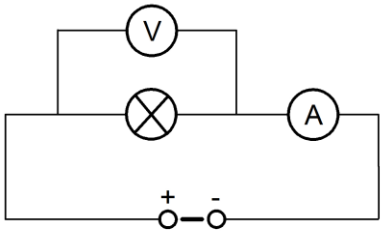
Leírás

Szereljük össze a bal oldali képen és kapcsolási rajzon látható összeállítást! A tápegység 0-8 V-os kimenetét használjuk. A potmétert állítsuk 0-ra, majd kapcsoljuk be az eszközt. A potméter csavarásával lehet a feszültséget változtatni, melynek pontos értékét a multiméterről tudjuk leolvasni!









Figyelem!

A feszültségmérő műszert 20 V, az árammérő műszert 200 mA méréshatárra állítsuk! Ha kicsi az áramerősség értéke (alacsony feszültségeknél), akkor csökkenthető a méréshatár 20 mA-re

Feladatok

- Változtassuk a feszültséget 0-4 V tartományon, 0,5 V-onként és mérjük meg az áramerősséget! Az adatokat foglaljuk táblázatba és ábrázoljuk a feszültséget az áramerősség függvényében! A mérése alapján határozzuk meg az eszköz ohmikus ellenállását!
- A mérést és az adatok ábrázolását végezze el egy izzószál esetében is! Mit állíthatunk a mérés adatai alapján az izzószál ohmikus ellenállásáról? (Figyelem! Az izzószálra maximum 4V feszültség kapcsolható)

Elméleti és módszertani kérdések

- Magyarázzuk meg, hogy izzószál miért nem viselkedik ohmikus ellenállásként!

3. Soros- és párhuzamos kapcsolás feszültség- és áramerősség-viszonyainak mérése

A kísérlet célja

Soros- és párhuzamos kapcsolás feszültség- és áramerősség-viszonyaira megtanult összefüggések kísérleti alátámasztása.

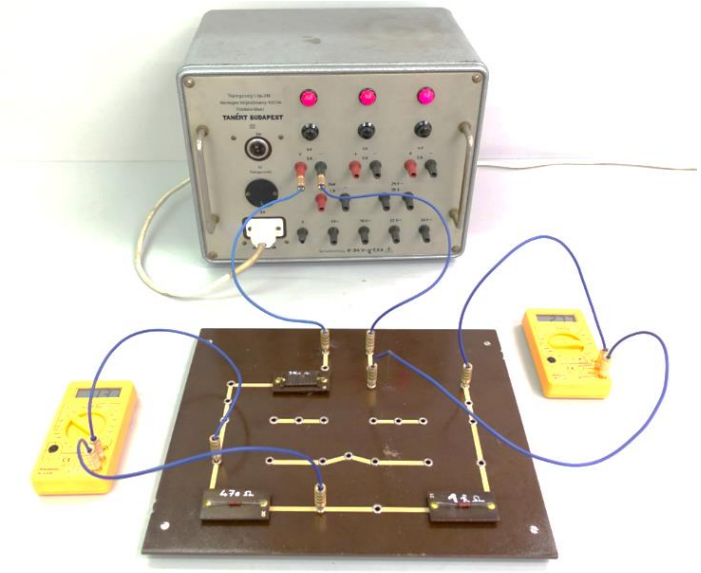
Szükséges anyagok, eszközök

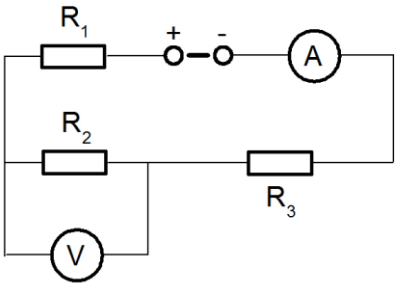
- Próbapanel
- Tápegység (Tanért 1)
- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- 3 ellenállás próbapanelhez illő foglalatban (250, 470 illetve 1000 Ω-os)
- 3 átkötő vezeték próbapanelhez illő foglalatban

a) Soros kapcsolás

Leírás

Rakjuk össze a képen és kapcsolási rajzon látható egyszerű soros kapcsolást három különböző ellenállásból (R_1=250Ω, R_2=470Ω, R_3=1kΩ)! Használjuk az 1-es mérésben is alkalmazott tápegység 4 V-os kimenetét.





Az ellenállásokat próbapanelra érdemes csatlakoztatni, a felső ábrán látható módon, mert így a legkönnyebb mérni a feszültséget és az áramot minden áramköri elemen. A képen látható kapcsolás csak egy lehetséges elrendezést mutat. A próbapanelen sokféleképpen megvalósítható az elvi elrendezés.

Figyelem!

Figyelem! Az áramot mindig sorosan, a feszültséget mindig párhuzamosan kapcsolt műszerrel mérjük, ahogy az ábrán jelöltük. Érdemes először kiszámolni az elméletileg várt feszültségeket és áramerősségeket, hogy megfelelően tudjuk beállítani a multiméter méréshatárát! Az ellenállásmérés előtt kapcsoljuk ki a tápegységet!

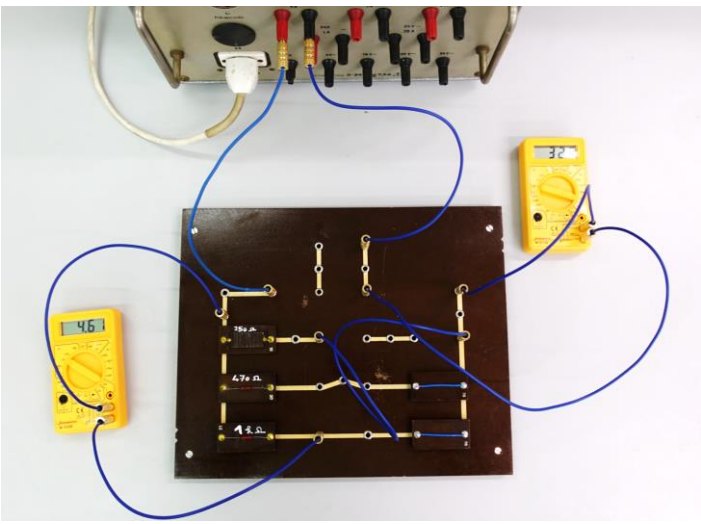
Feladatok

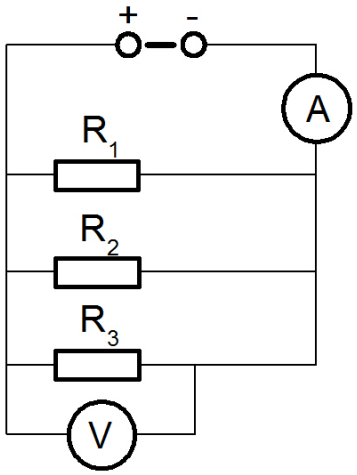
- Foglalja táblázatba az egyes ellenállásokon átfolyó áramot (ebben az esetben csak egy kör van, így az átfolyó áramot nem szükséges az összesen megmérni), valamint a rajtuk eső feszültséget!
- Mérjük meg a tápegység kimenő feszültségét! Az áramerősség, a feszültség és az ellenállások ismeretében kiszámítható az egyes ellenállásokon eső feszültség. A táblázatban tüntessük fel a mért adatok mellett a számolt értékeket is és vessük össze az eredményeket!
- Számoljuk ki rendszer eredő ellenállását! A digitális multiméter ellenállás mérő funkciójával mérjük meg az áramkör eredő ellenállását és igazoljuk számítással az eredményünket!

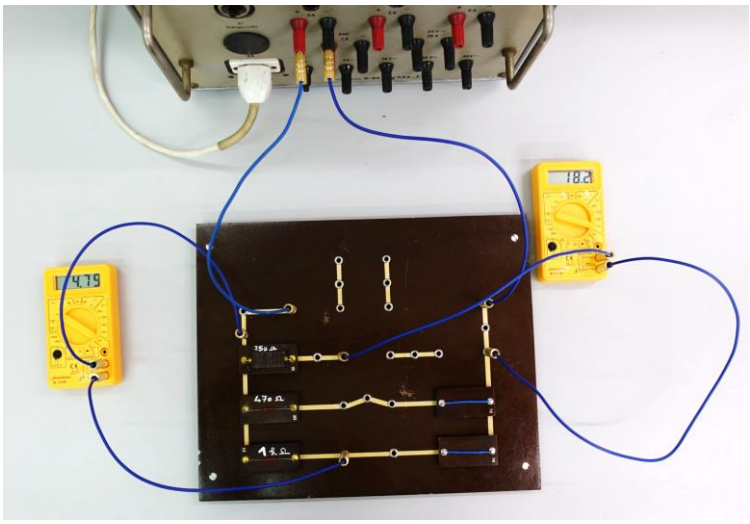
b) Párhuzamos kapcsolás

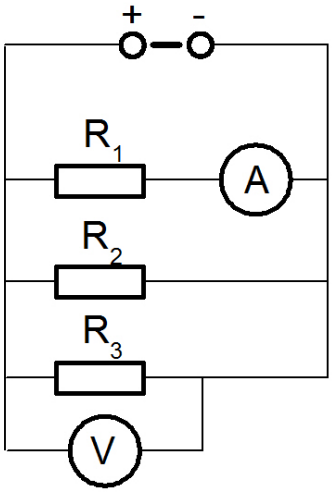
Leírás

Rakjuk össze a képen és kapcsolási rajzon látható egyszerű párhuzamos kapcsolást három különböző ellenállásból (R_1=250Ω, R_2=470Ω, R_3=1kΩ)! Használjuk az 1-es mérésben is alkalmazott tápegység 4 V-os kimenetét.









Feladatok

- Foglalja táblázatba az egyes ellenállásokon átfolyó áramot, valamint a rajtuk eső feszültséget! Párhuzamos kötésnél az áramerősséget minden ágon külön meg kell mérni! Ehhez az egyes ágakat meg kell szakítani, és árammérőt beiktatni. A feladatok feletti két ábra közül a felső a főági áram mérésére szolgáló kötést mutatja, az alsó az R_1 ellenálláson átfolyó áramét. Mindkét esetben a feszültségmérő az R_3 ellenálláson eső feszültséget méri. A többi ág mérésénél értelemszerűen a mérendő ágat meg kell szakítani és árammérőt beiktatni, a másik ágat pedig kábellel zárni.
- Mérjük meg a tápegység kimenő feszültségét, valamint a főágban folyó áramot! Az áramerősség, a feszültség és az ellenállások ismeretében kiszámítható az egyes ágakban folyó áram. A táblázatban tüntessük fel a mért adatok mellett a számolt értékeket is és vessük össze az eredményeket!
- Számoljuk ki rendszer eredő ellenállását! A digitális multiméter ellenállás mérő funkciójával mérjük meg az áramkör eredő ellenállását és igazoljuk számítással az eredményünket!

Elméleti és módszertani kérdések

- A kísérletek alapján (és a mérőműszerek működését ismerve) fogalmazza meg, hogy a feszültséget miért párhuzamos kapcsolásban és az áramerősséget miért soros kapcsolásban mérjük!

4. Hőfejlődés vizsgálata áramjárta vezetőkön

A kísérlet célja

Az I árammal átjárt R ellenállású vezetőn t idő alatt

$$Q = I^2 R \cdot t$$

hő fejlődik (Ezt nevezzük Joule-hőnek). Vagyis az időegység alatt fejlődő hő arányos a vezető ellenállásával és az áramerősség négyzetével. A következő kísérletekkel ezt az összefüggést demonstráljuk.

Szükséges anyagok, eszközök

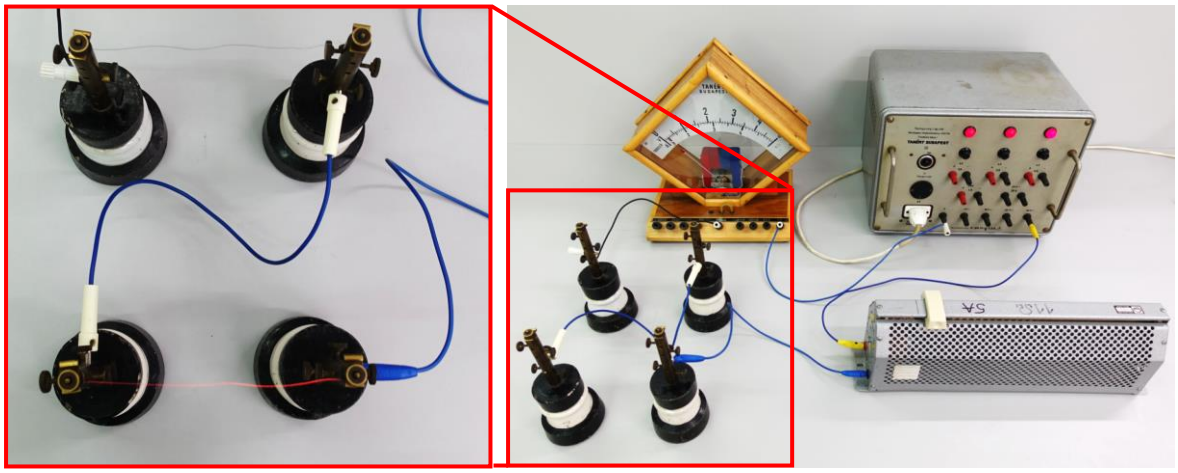
- Tápegység (Tanért 1)

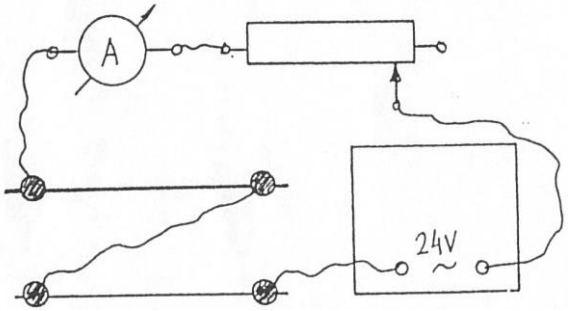
- Röpzsinórok
- Tolóellenállás, 13 Ω
- Demonstrációs V/A mérő, középállású
- Drótközpont (4 db)
- Kanthal huzalok (15 cm-es (40 Ω/m, illetve 80 Ω/m), összesodort lánc, feltekercselt)
  Megjegyzés: A kanthal huzalok egy műanyag dobozban vannak, és kísérlet után abba kell visszatenni. A 40 Ω/m, illetve 80 Ω/m-es huzal a vastagság alapján megkülönböztethető.

a) Sorba kapcsolt ellenállásokon

Leírás és feladat

Szereljük össze az ábrán látható összeállítást! Vegyünk két egyenlő hosszúságú, de különböző ellenállású huzaldarabot és erősítsük ezeket két-két drótközpont közé az ábrán látható módon. (Alkalmas méretek: egy 15 cm befogott hosszúságú, kb. 80 ohm/méter értékű, és egy 15 cm befogott hosszúságú kb. 40 ohm/méter értékű kanthal huzal.) Kapcsoljuk az így előkészített huzalokat sorba, és árammérő műszeren (melynek méréshatárát 5 A-re állítottunk), tolóellenálláson át adjunk az egységre feszültséget! Bekapcsoláskor a toló ellenállás a maximális értéken legyen!





Csökkentsük a tolóellenállás ohm-értékét! Egy meghatározott áramerősséget túllépve (esetünkben kb. 1A) a nagyobb ellenállású huzal izzik, a másik nem.

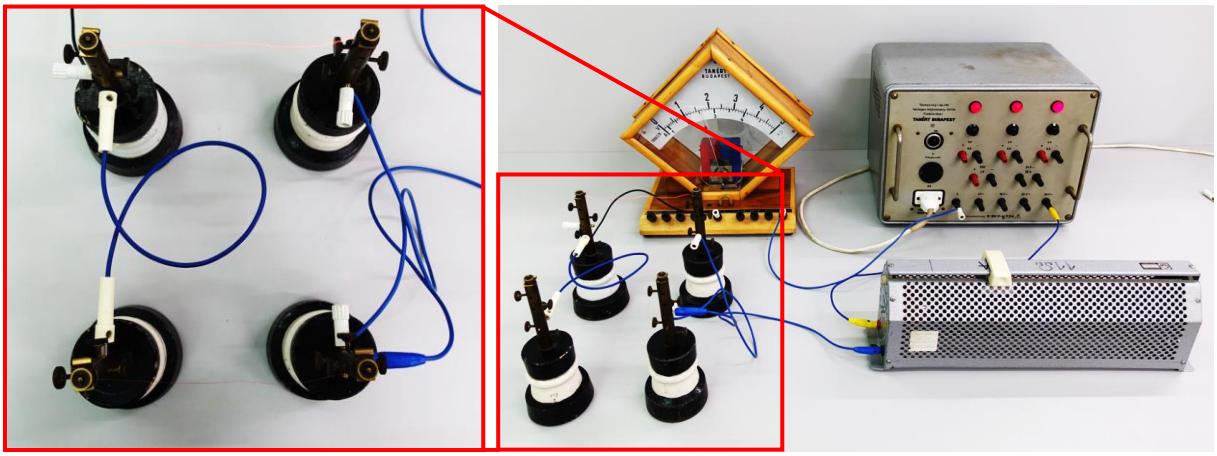
Figyelem!

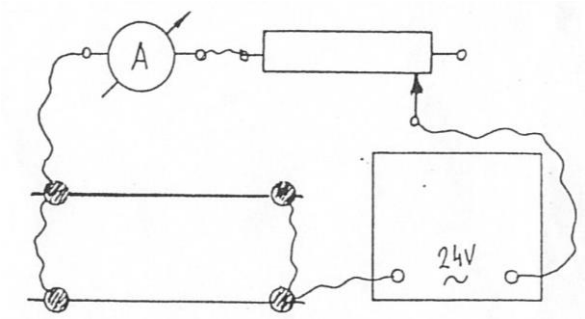
Itt technikai okok miatt használunk váltóáramot, de természetesen minden hasonlóan viselkedne egyenáramok esetén.

b) Párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon

Leírás és feladat

Rendezzük át az a) feladatrész összeállítását az ábra szerint! (Előtte húzzuk a tolóellenállást a maximális értékre, és kapcsoljuk ki a tápegységet!) Most a két huzal párhuzamosan van kötve. Kapcsoljuk be a tápegységet, csökkentsük a tolóellenállás ellenállásának értékét! Kb. 3A áramerősséget meghaladva a kisebb ellenállású huzal izzását láthatjuk.



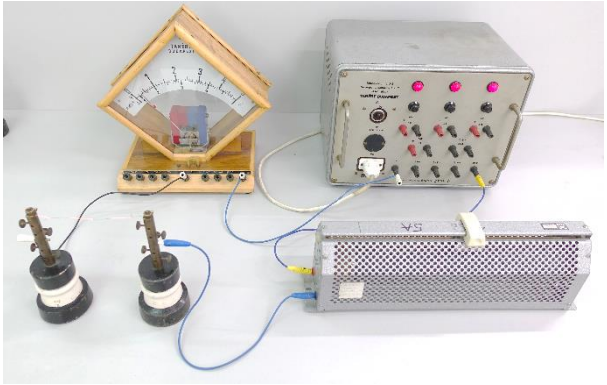


Elméleti és módszertani kérdések

- Rövid – táblai – levezetésben mutassa be a soros és párhuzamos kapcsolás esetén létrejövő hőképződések matematikai hátterét!

c) A hőfejlődés különböző vezetőkből készült láncon

Leírás és feladat



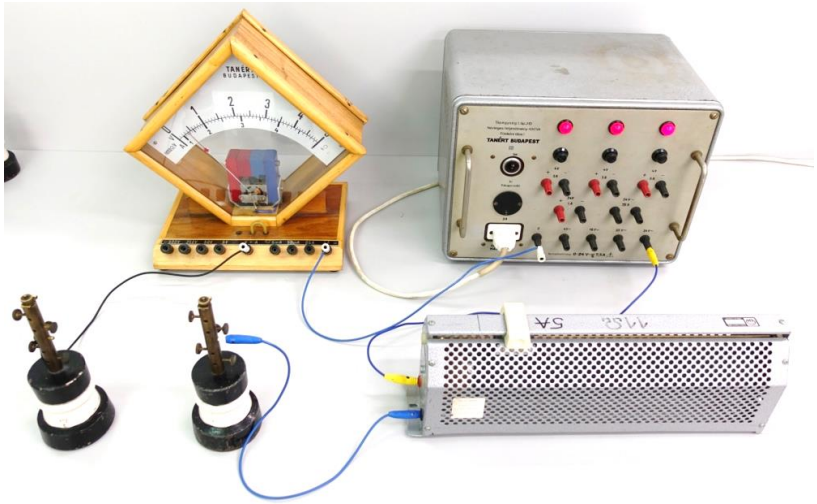
Látványos kísérlet állítható össze soros ellenállás-huzalokkal, ha kétféle huzalból hosszabb "láncot" készítünk oly módon, hogy 6-8 darabot egymás után csomózunk.

Rendezzük át az a) feladatrész összeállítását a fénykép szerint, melyben az a különbség, hogy most csak 2 drótközpontra van szükség, és a drótközpontokba most a láncot fogjuk be. (Előtte húzzuk a tolóellenállást a maximális értékre, és kapcsoljuk ki a tápegységet!) Kapcsoljuk be a tápegységet, csökkentsük a tolóellenállás ellenállásának értékét, míg a lánc néhány szeme izzani nem kezd!

d) A hőfejlődés és a vezető alakja közötti összefüggés bemutatása

Leírás és feladat

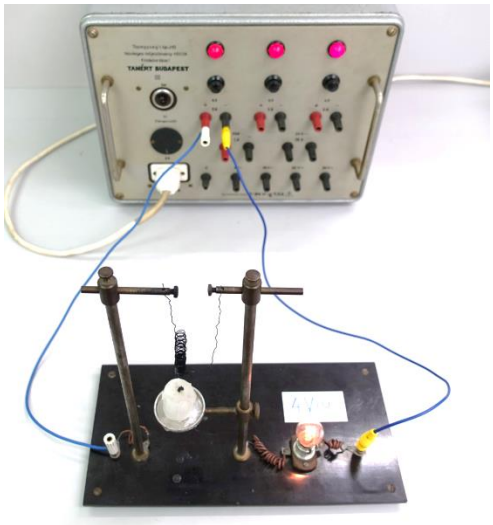
Rendezzük át az a) feladatrész összeállítását a fénykép szerint (Előtte húzzuk a tolóellenállást a maximális értékre, és kapcsoljuk ki a tápegységet!). Csavarjuk az ellenálláshuzalt egymást követő egyenes- és spirál alakra és fogjuk be drótközpontok közé (a laboron a huzal előre elkészítve található). Adjunk az így kialakított huzalra áramot! Megfelelő áramerősségnél a spirál szakaszok izzásba jönnek, de az egyenes szakaszok nem. Vegyük észre, hogy ez a kísérlet látszólag ellent mond az előző kísérleteknek, hiszen a kanthal huzal fajlagos ellenállása azonos a tekercselt és egyenes részeken! Magyarázzuk meg a jelenséget!



Figyelem!

A tekercs házilag is elkészíthető. Célszerű adatok: 30 cm hosszúságú, 40 ohm/méter értékű kanthal huzal, 10-10 szoros menetben egy-egy gyufaszál darabra csavarva. A kísérlet bemutatása előtt az áramerősséget növelve égessük ki a gyufaszál darabokat. Így egyenletesen tekercselt spirálszakaszokat kapunk.

5. Az ellenállás hőmérséklet-függésének demonstrálása



A kísérlet célja

Az ellenállás hőmérsékletfüggésének egyszerű demonstrációja.

Szükséges anyagok, eszközök

- Tápegység (Tanért 1)
- Röpzsinórok
- 30W-os izzó foglaltban, hozzá kapcsolt állványzattal és felfüggesztett spirálrugóval

Leírás

Készítsünk vasdrótból spirált, kössük sorba egy 6V, 30W-os izzóval (a laboron kész összeállítás van)! Adjunk e soros körre (4 V) feszültséget, hogy a lámpa halványan világítson! Ha a vasdrót-spirált gyertyával hevítjük, akkor a lámpa kialszik.

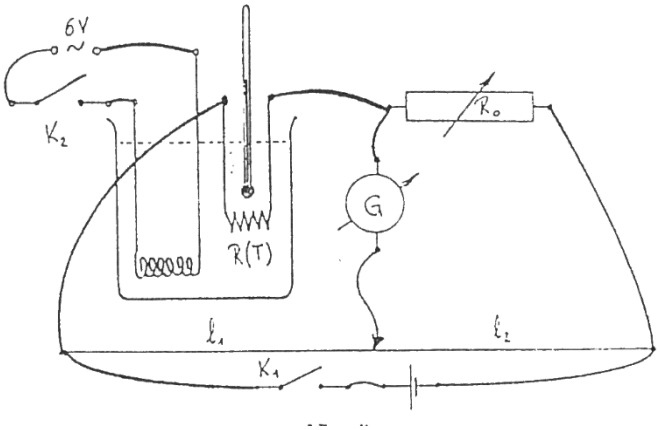
6. Wolframszál hőmérsékleti együtthatójának mérése

A kísérlet célja

Wolframszál hőmérsékleti együtthatójának mérése, a Wheatstone-hidas kapcsolás megismerése.

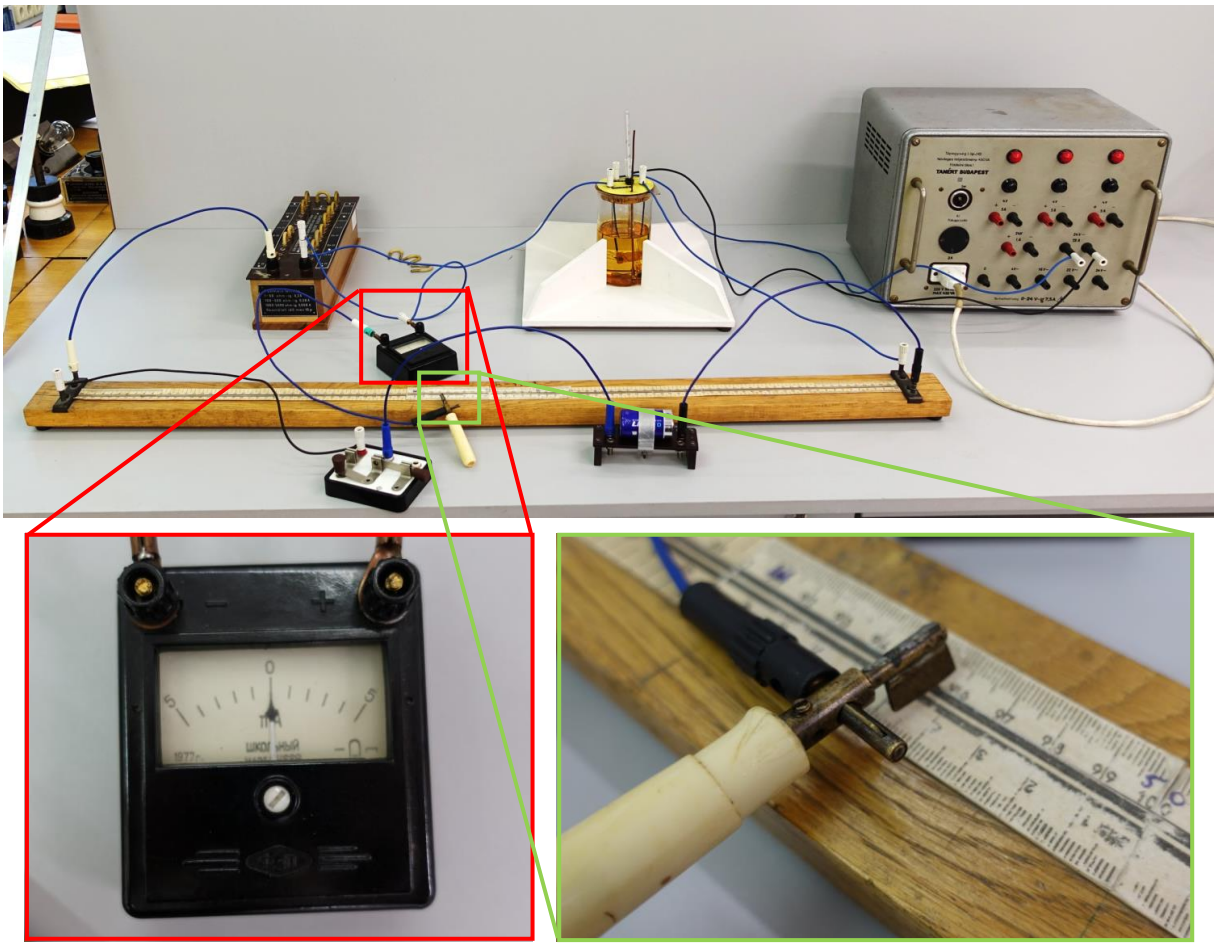
Szükséges anyagok, eszközök

- Tápegység (Tanért 1)
- Wolfram szál petróleum fürdőben, benne fűtőszál és hőmérő
- 1 méteres kanthal huzal skálázott foglalatban.
- Morse-kapcsoló
- középállású µA mérő (orosz gyártmány)
- Változtatható ellenállás doboz (Tanért)
- Röpzsinórok
- 1,5 V-os telep



Leírás

Állítsuk össze a kapcsolási rajzon és fényképen látható kísérleti összeállítást



A vizsgálandó wolframszál -két csillámlemez között védve- petróleum fürdőbe merül. A fürdő hőmérséklete 6V váltófeszültségre kötött fűtőszállal növelhető. A minta ellenállását Wheatstone-híd kapcsolásban mérjük. R_0 ellenállás értékét állítsuk 32Ω-ra. A hidat csak egyetlen (1,5V-os) elemmel működtessük, és a Morse kapcsolót csak röviden, az árammérő

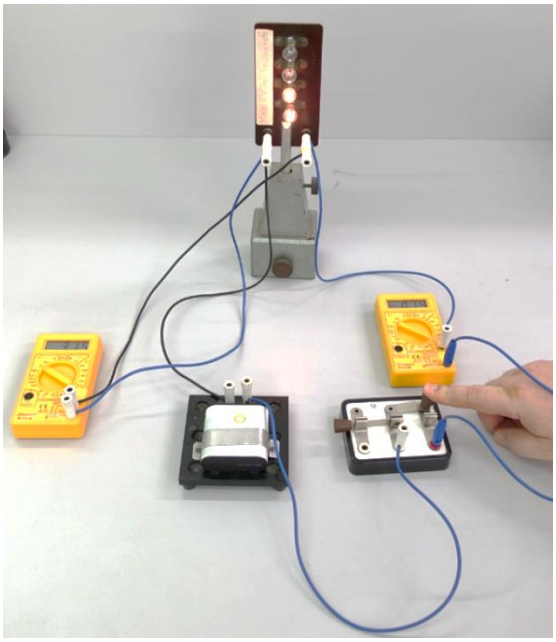
leolvasásának idejére kapcsoljuk be! (A mintán átfolyó áram ugyanis ellenőrizhetetlenül változtatja a hőmérsékletet.) A Wheatstone-hidas mérés lényege, hogy az árammérőn akkor nem fog áram folyni, ha R_0 és R(T) ellenállások aránya megegyezik l_2 és l_1 hosszának arányával. A mérés során a Morse kapcsolóval zárjuk az áramkört (minél rövidebb ideig), majd a kanthal huzalon mozgatjuk a szigetelő nyélen lévő, zászlószerű érintkezőt (lásd előző oldali ábra jobb alsó sarka) addig, míg az árammérő nullát nem mutat. Ekkor l_2 és l_1 hosszának aránya leolvasható és (R_0 ismeretében) R(T) számolható. A kanthal huzal közepén érdemes kezdeni a letapogatást!

A petróleumfürdőbe tett minta ellenállását először szobahőmérsékleten mérjük meg, majd a fűtést bekapcsolva 5 °C-os lépésekben növeljük a fürdő hőmérsékletét! A fűtés kikapcsolása után a fürdőt kevergetve- kb. 1 perc múlva érdemes a hőmérsékletet leolvasni.

Feladat

- Határozzuk meg a wolfram szál ellenállását 5 különböző hőmérsékleten! Eredményeinket foglaljuk táblázatba, és készítsünk grafikont! Állapítsuk meg a wolframszál ellenállásának hőmérsékleti együtthatóját!

7. Kapocsfeszültség mérése a terhelés függvényében



A kísérlet célja

Kapocsfeszültség változásának mérése a terhelés függvényében. Telep belső ellenállásának meghatározása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- 4,5 V-os telep foglalatban
- Morse kapcsoló
- Állványban 4 párhuzamosan kapcsolt zsebizzó (kezdetben lazán kicsavart állapotban)

Leírás

Állítsuk össze az ábrán látható kapcsolást. 4 zsebizzót tartó panelt kössük a telepre, egy Morse kapcsolón és (árammérésre állított) digitális multiméteren keresztül. (A kíséreltnél fontos, hogy az izzók viszonylag nagy teljesítményűek, pl. "kerékpár-dinamó izzók" legyenek!) A zsebizzókon eső feszültséget szintén digitális multiméterrel mérjük!

A kísérlet elején a párhuzamos kapcsolású tartófoglalatban az izzók csak lazán legyenek becsavarva, úgy, hogy ne világítsanak. Így a zsebtelep (leszámítva a feszültségmérő műszer csekély fogyasztását) árammentes. A feszültségmérő (gyakorlatilag) az elem U üresjárási feszültségét méri, az árammérő 0 áramerősséget jelez. Csavarjuk be az első zsebizzót! Az árammérő műszer az I terhelő áramot, a feszültségmérő pedig az U_k kapocsfeszültséget mutatja.

Figyelem!

Itt azt a digitális multimétert kell használni, melynek a 10 A méréshatárú bemenete nincs leragasztva! A digitális multimétert a 10 A méréshatárra kell beállítani!

Feladatok

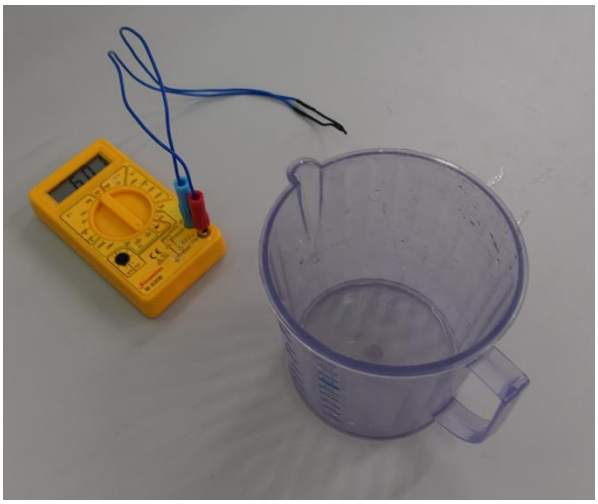
- Csavarjuk egymás után az összes izzót! Minden esetben foglaljuk táblázatba a kapocsfeszültséget és a terhelő áramot. Ábrázoljuk az adatokat és határozzuk meg a telep belső ellenállását!

Elméleti és módszertani kérdések

- Táblai levezetéssel adja meg, hogy milyen összefüggés van a terhelő áram és a kapocsfeszültség között!

8. Kísérletek félvezetőkkel

a) Termisztor



A kísérlet célja

Félvezető ellenállás-változásának bemutatása a hőmérséklet változásakor. Termisztoros hőmérő készítése

Szükséges anyagok, eszközök

- Termisztor (banándugós kivezetéssel)
- Digitális multiméter
- Hústű hőmérő
- Műanyag kancsó
- Víz

Leírás

Töltsünk meleg vizet a csapból a kancsóba (engedjük ki jól a csapot, hogy minél melegebb legyen a víz) és helyezzük bele a hőmérőt! Csatlakoztassuk a termisztort a multiméterhez, melyet ellenállásmérő funkcióba kapcsoltunk (200 Ω-os méréshatárral), majd merítsük be a vízbe! Ha a hőmérő megállapodott, és a termisztor ellenállásának értéke sem változik, olvassuk le a műszereket és jegyezzük fel értéktáblázatba az adatokat! Változtassuk fokozatosan a víz hőmérsékletét! Ehhez a meleg víz egy részét öntsük ki a pohárból és pótoljuk csapvízzel! Összekeverés után várjuk meg, amíg a hőmérő és az ellenállásmérő értéke stabilizálódik és olvassuk le az értékeket! Így változtatva a hőmérsékletet, mérjünk legalább 5-6 pontban!

Feladatok

- A mérési adatok alapján ábrázoljuk grafikonon a termisztor ellenállásának hőmérsékletfüggését!
- A kapott ellenállás–hőmérséklet karakterisztikát tekintsük a termisztor-hőmérő kalibrációs grafikonjának! A termisztort két ujjunk közé szorítva határozzuk meg a kezünk hőmérsékletét!

b) LED feszültség-áramerősség karakterisztikájának mérése

A kísérlet célja

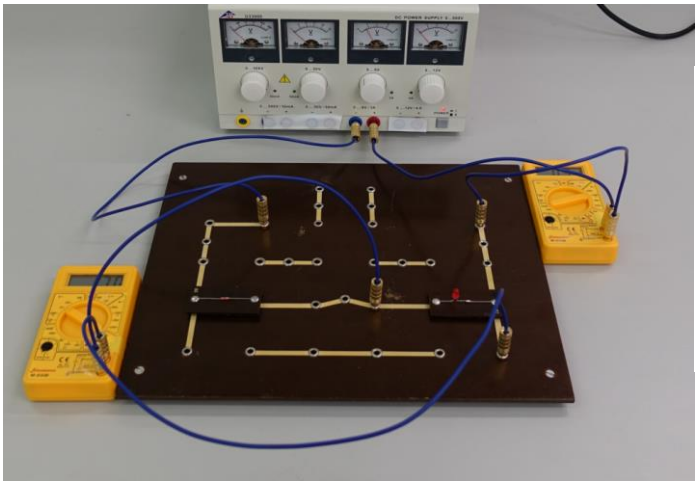
LED (dióda) feszültség-áramerősség karakterisztikájának mérése, nyitófeszültség meghatározása.

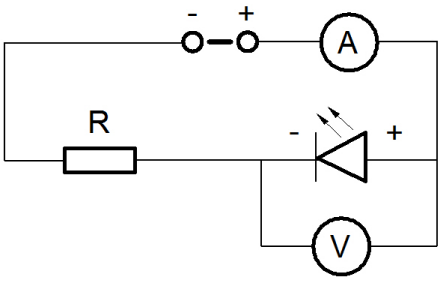
Szükséges anyagok, eszközök

- Tápegység (3B, 0-8 V, változtatható)
- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- LED foglalatban
- Próbapanel
- 220 Ω-os ellenállás

Leírás

Szereljük össze a képen és kapcsolási rajzon látható összeállítást! A tápegység potméterét állítsuk 0-ra, majd kapcsoljuk be az eszközt. A potméter csavarásával lehet a feszültséget változtatni, a multiméterről tudjuk leolvasni a LED-en eső feszültséget!





Figyelem!

A feszültségmérő műszert 2000 mV méréshatárra állítsuk! Az áram értéke széles skálán fog változni, így a mérési tartományt változtatni kell a kísérlet során. A LED-en nem folyhat át túl nagy áram, mert akkor könnyen károsodhat, az elé kötött ellenállás ettől védi. A mérés során ne lépjük túl 20 mA értéket!

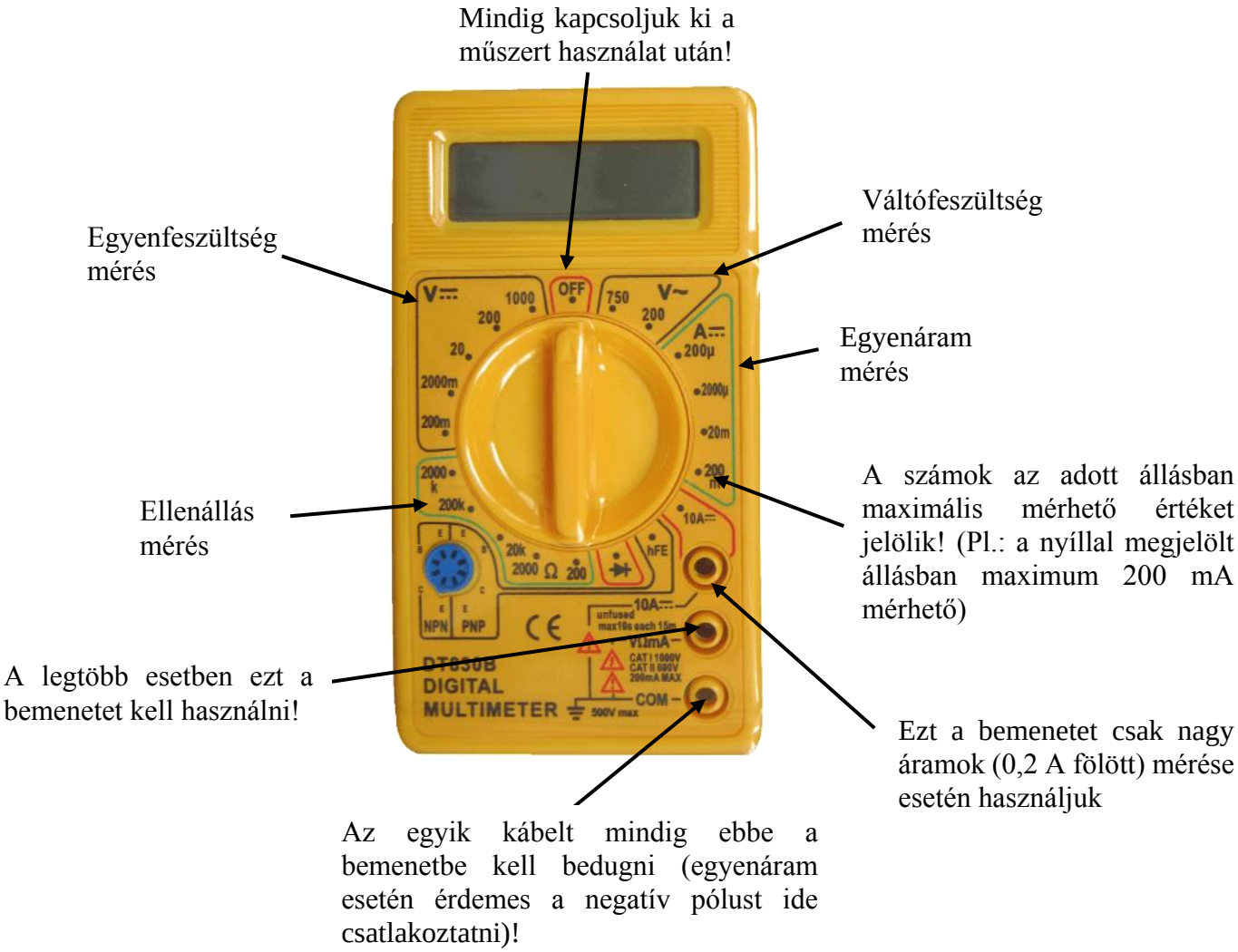
Feladatok

- Mérjük meg az áramerősség nagyságát a következő feszültségeken: 0; 1; 1,3; 1,5; 1,6; 1,65; 1,7; 1,75; 1,8; 1,85; 1,9; 1,95; 2 (Volt egységekben)! Az adatokat foglaljuk táblázatba és ábrázoljuk az áramerősséget a feszültség függvényében! Kezdetben az árammérőt 2000μA-es méréshatárra kell állítani, majd ha ezen túl nő az áram, akkor 20 mA-re átcsavarni.
- Fordítsuk meg az áram irányát (mely legkönnyebben úgy tehető meg, hogy a tápegységen felcseréljük a két drótot) és állítsuk a digitális multiméterünket 200 μA-es méréshatárra. Mit tapasztalunk, ha növeljük a feszültséget?

Elméleti és módszertani kérdések

- Írjuk le a dióda működését középiskolás szinten.

Digitális multiméter rövid használati útmutatója



Figyelem!

Az áramot mindig sorosan, a feszültséget mindig párhuzamosan kapcsolt műszerrel mérjük. Az ellenállásmérés előtt kapcsoljuk ki a tápegységet/áramforrást! Ha a felhasználást illetően bármiben bizonytalan, akkor kérje a gyakorlatvezetők segítségét!