

Dr. Borbély Venczel: Egyszerű kísérletek próbapanelen

Az elektromosságtan – a diákok és sok fizikatanár szemszögéből – a fizika misztikus része. Az elektromosságtan oktatásához számos elektromosságtan kísérleti csomag vásárolható a taneszköz forgalmazóknál [1-5]. Ezek nagyon drágák, és csak bizonyos típusú kísérletek elvégzésére alkalmasak, de bővítésük szintén költséges [6], ha egyáltalán lehetséges. A fizika más témaköreiben nem, vagy csak alig használhatók.

A kereskedelemben olcsón beszerezhetők különböző elektronikai eszközök, próbapanelok, különböző modulok stb. Számptalan kísérleti lehetőség kínálkozik ezekkel az eszközökkel. Több fórumon is találkoztam ilyen eszközöket felhasználó áramkörökkel, de azok kissé bonyolultak voltak, elektronikai, illetve informatikai alapismereteket igényeltek, szakkörön végezhető el. Projektben elsősorban alapkísérleteket tartalmazó gyűjteményt mutatok be, amelyek csoportfoglalkozásként a tanórán is elvégezhetőek, ezáltal az ismeretek elmélyülését segíthetik. Ezek jól, illetve kevésbé ismert elektromosságtan kísérletek átültetése napjaink elektronikai eszközeire. Néhány példát arra is bemutatok, hogy hogyan használhatók ezek a fizika más témaköreiben is, pl. hőtanban, fénytanban, modern fizikában.

A projektben bemutatott kísérleti csomag tartalma olcsón beszerezhető bármelyik elektronikai áruházból. A kísérleti csomag ára annyira csekély, hogy egy taneszköz forgalmazó által kínált kísérleti csomag árából megvásárolható a teljes osztály számára elegendő kísérleti eszköz. Az alábbi kísérletekben szereplő mérőműszerek és áramforrások viszont nem részei a csomagnak, ezeket külön kell megvásárolni. Legtöbbször egy mérőműszerrel megmérhető az összes javasolt kísérlet, de néhány esetben jó, ha van kettő. Ehhez viszont a kereskedelemben kapható olcsóbb digitális multiméterek megfelelnek. Áramforrásként sokszor $2 \times 1,5$ V-os AA, illetve 9 V-os téglá elemet használtam.

Kísérletek

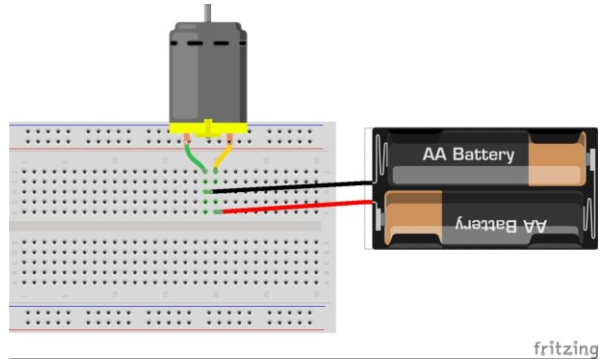
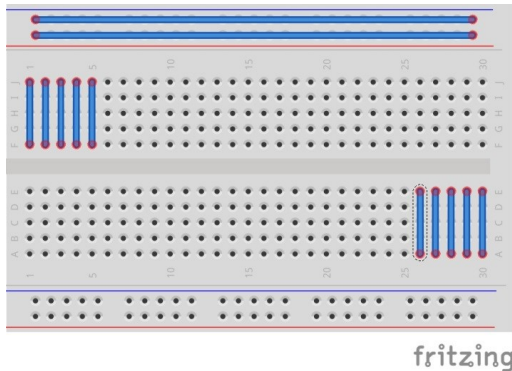
Az itt bemutatásra kerülő projekt elsősorban az Egyenáram témakörét fedi le. A kísérleteket tovább gondolva a fizika más témakörében is hasznosíthatjuk. A bemutatott kísérletek, természetesen, más módon is, sokszor egyszerűbben is elvégezhetőek, de a projektben olyan szemszögéből szeretném bemutatni, amely használja korunk eszközeit, gondolkodásra és elvonatkoztatásra készíti a tanulót, megmutat számukra esetleges gyakorlati felhasználási lehetőségeket, megalapoz egy szakköri tevékenységet, ahol a mikrokontrollereket is használhatunk, és nem utolsó sorban könnyedén megvalósítható legyen a kevésbé vállalkozó kedű tanárkollégák által is. (A kísérletek többsége, főleg, ahol az eredményt meg szeretnénk jeleníteni valamilyen formában, kiegészíthető mikrokontrollerekkel is. Ezek is egyszerűen használhatók egy, a számítógépet felhasználó szinten kezelő tanár vagy diák számára, ha letölti a kész megírt programokat és egy kis útmutatóval segítségével futtatja azokat.)

A kísérletek órai megvalósításakor a tanulóknak adott útmutatásokhoz érdemes a Fritzing [7] nevű ingyenes programot is használni, és a kapcsolási rajzokat érdemes a diákokkal elkészíttetni egy kinyomtatott próbapanel ábrán, mielőtt a végleges kapcsolást megvalósítják. A papírrajzon könnyebb a hibákat kijavítani és magyarázatot fűzni hozzájuk.

Az alábbiakban a kísérletek rövid ismertetését teszem meg. Nem térek ki konkrét utasításokra. Néhány megvalósítás Fritzing rajzát, illetve fényképét mellékelem. Jelen projektleírásban 10 elektromosságtan és további 3 más témakörű kísérletet ismertetek.

1. Ismerkedés a próbapanellel. Egyszerű áramkör létrehozása

A próbapanel egy előre elkészített lyukakat tartalmazó lyukas lapka, melyben az 1. ábrán megfelelően vannak összekapcsolva a lyukak és két rugalmas lemez közé kell bedugni a vezeték tűskéjét. Az első alkalommal ezt és ennek működését célszerű ismertetni a diákokkal, majd egyszerű áramköröket lehet létrehozni 2 db 1,5 V-os AA elemmel, foglalatba helyezett izzóval, rossz számítógépből megmentett ventilátorral vagy más motorral. (2. ábra).

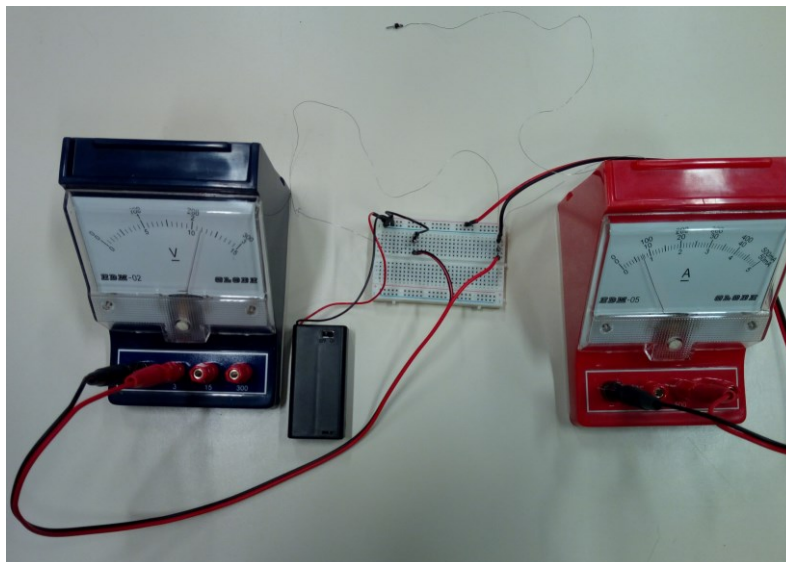


2. Mérőműszerek kapcsolása. Ellenállásmérés

A mérésekhez elengedhetetlen tudni a mérőműszerek kapcsolásának szabályait. Az ellenállásmérés a kapcsolási szabályok ismeretében már könnyedén elvégezhető és a szabály is gyakorlásra kerül. A mérések egy multiméterrel is elvégezhetők, de egyszerűbb, ha van egy-egy különálló műszerünk.

3. Vezeték ellenállása

A mérőműszerek kapcsolásának további gyakorlására nyújt lehetőséget a vezeték ellenállásának mérése (3. ábra).

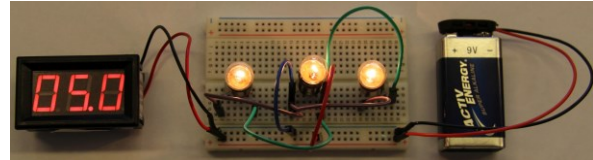
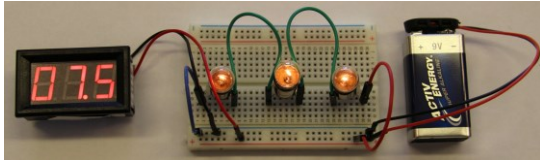


Ehhez 0,2 mm-es 1 m hosszú ellenálláshuzalra (pl. konstantán) és egy 0,2 mm-es 0,5 m hosszú rézhuzalra lesz szükség. A huzalok végei egyszerűen bedughatók a próbapanelbe (vagy krokodilcsipeszekkel megfoghatók, illetve tűske forrasztható rájuk) és mérhető a feszültség, illetve az áramerősség. Először az ellenálláshuzalt egyik végét és a közepénél meghajtva szúrjuk a próbapanelba (másik vége szabadon van). Ez lesz a viszonyítási alap. A következő lépésben az ellenálláshuzal két végét dugjuk be a különböző sorban lévő lyukakba, ezáltal a

hosszúságát megkétszereztük. Majd a közepénél kettéhajtuk az ellenállshuzalt, a meghajtott véget az egyik sorba, a másik (dupla szárú) végét egy másik sor szomszédos lyukjaiba dugva a keresztmetszetet növeljük a viszonyítási alap kétszeresére. Végül a rézdróttal is elvégezzük a mérést.

4. és 5. A soros, illetve a párhuzamos kapcsolás vizsgálata

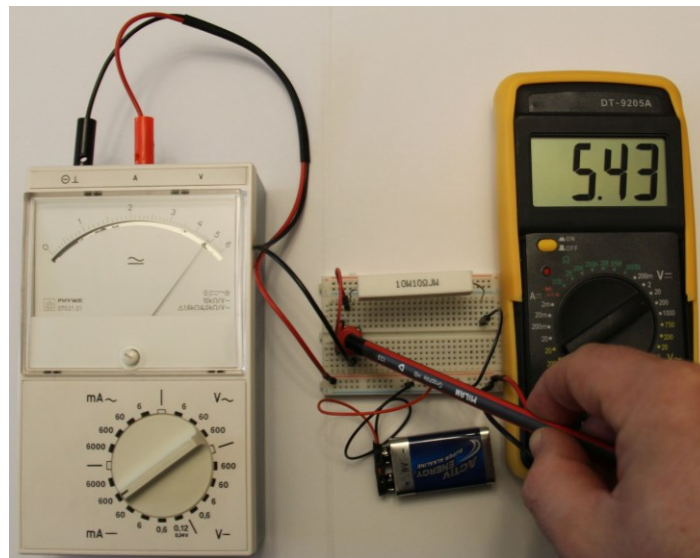
A próbapanelbe előre behelyezett izzófoglalatok találhatók egymástól néhány sor távolságra, és a tanulók kell létrehozzák a kapcsolásokat (4. ábra).



Majd mindkét kapcsolás esetén meg kell mérni az egyes izzókon, illetve az áramforráson eső feszültségeket, illetve az egyes izzókon átfolyó és a főágban folyó áramerősségeket, majd össze kell hasonlítani a mérési eredményeket. Cél, hogy megkapjuk az áramerősségek, illetve a feszültségek viszonyát az adott kapcsolásban. A mérések egy multiméterrel elvégezhetők.

6. Áramforrás paramétereinek vizsgálata

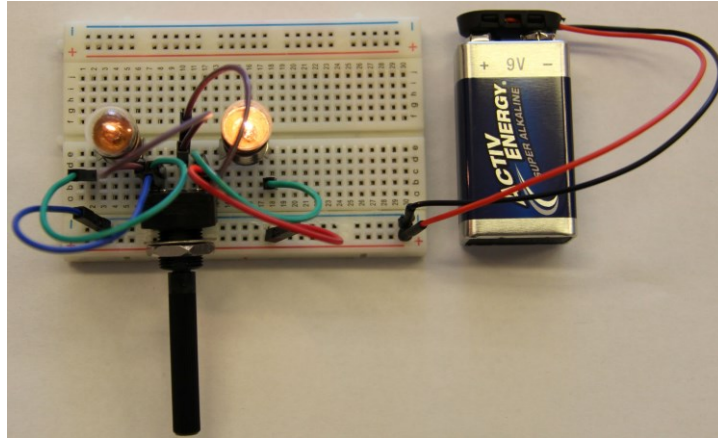
Az áramforrás paramétereinek vizsgálatához (5. ábra) nagy teljesítményű, de nem túl nagy ellenállás szükséges. A legtöbb olcsón beszerezhető potenciométer ennek a követelménynek nem felel meg, ezért célszerű 10 W-os huzallellenállásokkal végezni a mérést.



1 Ω , 2,2 Ω és 10 Ω -os ellenállásokkal és azok soros, illetve párhuzamos kapcsolásával számos eredő ellenállás áll rendelkezésünkre. A feladat: ellenállásmérés az egyes ellenállásokon. Itt érdemes két műszert és egy nyomógombot is használni. A mérési eredményeket felhasználva meghatározható az áramforrás üresjárású feszültsége, belső ellenállása és a rövidzárási áram.

7. A feszültségosztó működése

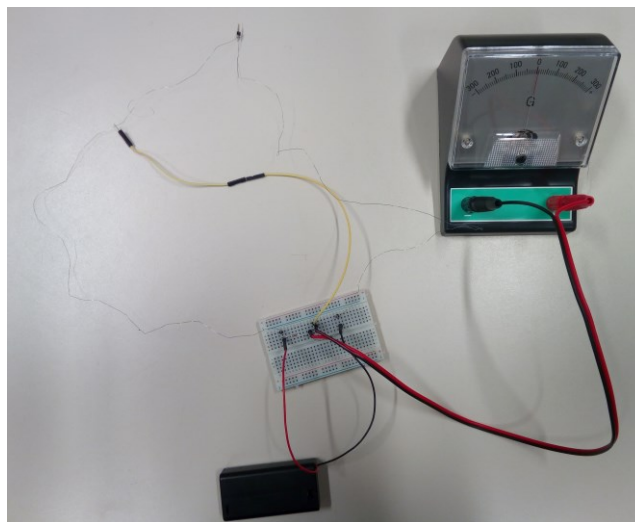
A feszültségosztó bemutatásához egy olyan megoldást választottam, ahol látványosan megjelenik, hogy az eszköz kevesebb vagy több feszültséget kap. A tanulók előre bedugott potenciométert, illetve két foglaltos izzót, valamint egy kapcsolási rajzot kapnak. Nekik kell megvalósítani az 6. ábrán látható kapcsolást.



A potenciométer tekerésével az egyik izzóra több, a másikra kevesebb feszültség jut, és ez az izzó fényerejének változásával jobban szemléltethető, mint egy voltmérővel.

8. A Wheatstone-hidas ellenállásmérés elvének demonstrálása

A Wheatstone-hidas ellenállásméréshez két ismert ellenállásra (pl. $270\ \Omega$ és $499\ \Omega$), 1 m hosszú ellenálláshuzalra és egy középállású galvanométerre van szükség. (Utóbbi egy digitális mérőműszerrel kiváltható, mert negatív tartományban is képes mérni.)



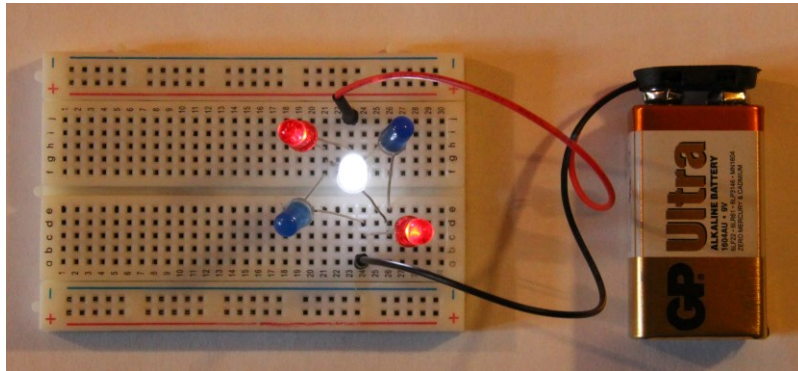
A méréshez a jól ismert kapcsolási rajzot kell megvalósítani próbapanel segítségével és egy vezeték tűskéjét lehet érinteni az ellenálláshuzalhoz (7. ábra). Igazolható, hogy vezetékek hosszúságának aránya megegyezik az ismert ellenállások arányával.

9. Napjaink elektromos eszközei: dióda, LED, tranzisztor

A félvezetők tanításakor érdemes megmutatni a dióda, a fénykibocsájtó dióda (LED) és a tranzisztor működését. A diódával érdemes egy izzót sorba kapcsolni és rákapcsolni egy megfelelő áramforrásra. A tanulók a dióda bekötésének változtatásával megfigyelhetik, hogy mely irányba vezet, illetve nem vezet a dióda. Hasonlóan egyszerű kísérlettel megmutatható, hogy a LED milyen irányú kapcsolás esetén világít. Itt felhívhatjuk arra is a figyelmet, hogy a LED megvédésére egy ellenállást szokás használni.

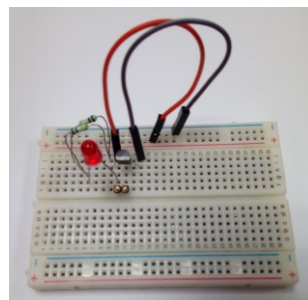
Az egyenirányítás látványosan megmutatható, ha a diódás kísérletet tovább gondoljuk és gyakorlati alkalmazását megmutatjuk. A diódás kísérletben láthattuk, hogy a dióda csak egy irányba vezet, a másikba nem. Graetz-kapcsolást összeállítva megmutatható, hogy mindkét

irányban lesz vezetés a kapcsolás kivezetésein, de ha LED-ek segítségével valósítjuk meg, akkor az is megmutatható, hogy melyik két diódapár vezet a Graetz-kapcsolásban (8. ábra).



Ha rendelkezésre áll 4-5 V-os feszültségű jelgenerátor, akkor a váltakozó áramú működés is szemléltethető.

A tranzisztor működésének érdekes bemutatására [8] érdemes a 9. ábrán látható kapcsolást megvalósítani.



Itt a tranzisztor két levegőben lógó kivezetésén végtelen nagy ellenállás található, melyet lecsökkentünk, ha ujjunkkal összefogunk, és ennek következtében világítani kezd a LED. Az ujjunkat egyre jobban összeszorítva egyre erősebben fog világítani, mert a nyomás hatására a két kivezetés között még jobban lecsökken az ellenállás. Megnyázott ujjunkkal is összefoghatjuk a két kivezetést, mert a nedves ujjunk ellenállása még kisebb. Itt lehet felhívni a figyelmet az áram biológiai hatására és a balesetvédelemre.

10. Oersted kísérlete

A próbapanelbe bedugható tűskére forraszthatunk egy, a próbapanel átmérőjénél kb. 3 cm-rel hosszabb réz vagy alumínium vezeték, melynek két végét a végétől kb. 1,5 cm-re meghajtunk a vezetékre merőlegesen, úgy, hogy végül egy elnyújtott U alakot kapjunk, melyet a próbapanel két átellenes sarkába bedugunk. A vezetékbe áram vezethető és alá, illetve fölé egy iránytű rakható. Iránytű helyett mobiltelefon (max. 5,5'-os) iránytű alkalmazása is használható.

További kísérletek végezhetők az elektromos áram különböző hatásainak kimutatására, az önindukció jelenségének bemutatása stb., de a továbbiakban más témakörökben használható kísérleteket mutatok be.

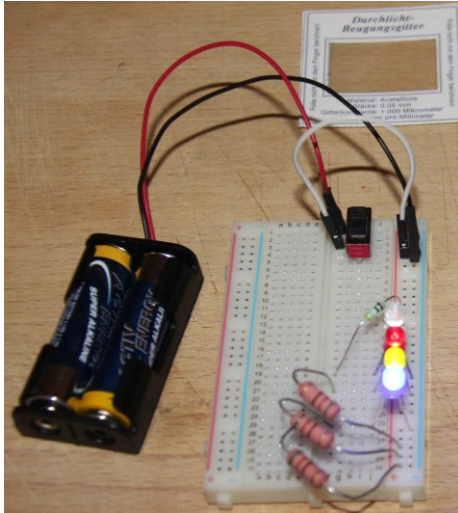
+1. Hőmérséklet mérése

A feszültségosztás egyik lehetséges alkalmazása, hogy az egyik izzó helyett egy nagy (10 k Ω) ellenállást, a másik izzó helyére egy termisztort rakunk és kihagyjuk a potenciométert. A termisztor két kivezetésén mérjük a feszültséget. Ezt a feszültséget átszámolhatjuk ellenállássá

vagy hőmérsékletté, ha ismerjük a termisztor paramétereit. A konvertálást érdemes Excel táblázattal vagy programozott mikrokontrollerrel elvégeztetni. Termikus kölcsönhatás, párolgás hőelvonó hatása, kristályosodási hő, jég olvadása stb. mérhető a hőtan témaköréből.

+2. LED-sor elhajlási kísérletekhez.

A LED-es kísérlet továbbfejlesztett változata az, ha különböző (fehér, piros, zöld és kék) LED-eket helyezünk egymás közelébe egy vonalba (megfelelő előtét ellenállással) és különböző rácsállandójú optikai rácsokon keresztül figyeljük meg.



Ezzel a kapcsolással kiválóan demonstrálható a kialakuló elhajlási kép hullámhossz, rács-ernyő távolság, illetve rácsállandó függése (10. ábra). További kísérletek végezhetőek optikában a színkeverés, fényérés stb. területeken.

+3. Planck-állandó meghatározása LED-ekkel [9,10]

Feszültségosztó segítségével kellő pontossággal szabályozható egy LED fényereje. A LED-en eső feszültség és a rajta átfolyó áramerősség mérését felhasználva, továbbá a LED fényének megjelenését figyelve meghatározható a LED nyitófeszültsége (érdeemes víztiszta LED-eket használni). 3-4 különböző színű LED hullámhosszát és nyitófeszültségét felhasználva meghatározható a Planck-állandó.

A fentiekben egy kísérletcsomagot ismertettem a teljesség igénye nélkül, szemléltetve azt, hogy mennyire sokoldalúan felhasználhatók ezek az egyszerű elektronikai alkatrészek. És még a mikrokontrollereket nem is használtuk. A mikrokontrollerek használata még jobban kiszélesíti ezt a palettát. Természetesen az egyszerű kísérletek sora bővíthető, más témakörök is bevonhatók.

A műhelyfoglalkozás alkalmával az érdeklődőkkel megvalósítunk pár kísérletet, és elmondom a gyakorlati tapasztalataimat a kísérleti csomaggal kapcsolatban.