

Fizika kísérletek 10.

– tanári segédlet –

Műveltségi terület: Ember és természet - fizika
Évfolyam: középiskola 10. osztály

Összeállította: Rózsa Sándor

Lektorálta: Horváthné Hadobás Olga

Készült:
a TÁMOP 3.1.3 „Természettudományos oktatás komplex megújítása a Móricz Zsigmond Gimnáziumban” projekt keretében.

Tartalomjegyzék

A laboratórium használatának munkarendje, baleset- és tűzvédelmi szabályai

Bevezetés

1. Az elektromos és a mágneses mező

- 1.1. Elektrosztatikus alapjelenségek; az elektronos mező
- 1.2. Az elektromos áramkör; feszültségmérés, áramerősség-mérés
- 1.3. Ellenállásmérés; Ohm törvénye; ellenállásmérés multiméterrel
- 1.4. Vezetékek ellenállása; a potenciométer
- 1.5. Ellenállások soros kapcsolása
- 1.6. Ellenállások párhuzamos kapcsolása
- 1.7. Feszültségforrások tulajdonságai (Ohm törvénye a teljes áramkörre)
- 1.8. Az elektromos munka és teljesítmény
- 1.9. Az áram hő- kémiai (vegyi) és mágneses hatása
- 1.10. Permanens mágnesek; a mágneses mező
- 1.11. Az elektromágnes
- 1.12. A villanymotor

2. Hőtán

- 2.1. Hőtágulás; hőmérők
- 2.2. A Boyle-Mariotte törvény vizsgálata
- 2.3. Gay-Lussac 1. törvényének vizsgálata
- 2.4. Gay-Lussac 2. törvényének vizsgálata; az egyesített gáztörvény
- 2.5. A kinetikus gázelmélet modellkísérletekben
- 2.6. A belsőenergia növelése (a hőtán 1. főtétele)
- 2.7. Olvadás, fagyás
- 2.8. Párolgás, forrás, lecsapódás

Fogalomtár

Irodalomjegyzék

Ábrajegyzék

A laboratórium használatának munkarendje, baleset- és tűzvédelmi szabályai

Laborrend

- A szabályokat a labor első használatakor mindenkinek meg kell ismernie, ezek tudomásulvételét aláírásával kell igazolnia!
- A szabályok megszegéséből származó balesetekért az illető személyt terheli a felelősség!
- A labor használói kötelesek megőrizni a labor rendjét, a berendezési tárgyak, eszközök, műszerek épségét! A gyakorlaton résztvevők az általuk okozott, a szabályok be nem tartásából származó anyagi károkért felelősséget viselnek!
- A laborba táskát, kabátot bevinni tilos!
- A laborban enni, inni szigorúan tilos!
- Laboratóriumi edényekből enni vagy inni szigorúan tilos!
- A laboratóriumi vízcsapokból inni szigorúan tilos!
- Hosszú hajúak hajukat összefogva dolgozhatnak csak a laborban.
- Kísérletezni csak tanári engedéllyel, tanári felügyelet mellett szabad!
- A laborban a védőköpeny használata minden esetben kötelező. Ha a feladat indokolja, a további védőfelszerelések (védőszemüveg, gumikesztyű) használata is kötelező.
- Gumikesztyűben gázláng használata tilos! Amennyiben gázzal melegítünk, a gumikesztyűt le kell venni.
- Az előkészített eszközökhöz és a munkaasztalon lévő csapokhoz csak a tanár engedélyével szabad hozzányúlni!
- A kísérlet megkezdése előtt a tanulónak le kell ellenőriznie a kiadott feladatlap alapján, hogy a tálcáján minden eszköz, anyag, vegyszer megtalálható. A kiadott eszköz sérülése, vagy hiánya esetén jelezze a szaktanárnak vagy a laboránsnak!
- A kísérlet megkezdése előtt szükséges a kísérlet leírásának figyelmes elolvasása! A kiadott eszközöket és vegyszereket a leírt módon használjuk fel.
- A vegyszeres üvegekből csak a szükséges mennyiséget vegyük ki tiszta, száraz vegyszeres kanállal. A felesleges vegyszert nem szabad a vegyszeres üvegbe visszatenni.
- Szilárd vegyszereket mindig vegyszeres kanállal adagoljunk!
- Vegyszert a laborba bevinni és onnan elvinni szigorúan tilos!
- Vegyszert megkóstolni szigorúan tilos. Megszagolni csak óvatosan az edény feletti légteret orrunk felé legyezgetve lehet!
- Kémcsöveket 1/3 részénél tovább ne töltsük, melegítés esetén a kémcső száját magunktól és társainktól elfelé tartjuk.
- A kísérleti munka elvégzése után a kísérleti eszközöket és a munkaasztalt rendezetten kell otthagyni. A lefolyóba szilárd anyagot nem szabad kiönteni, mert dugulást okozhat!

Munka-, baleset- és tűzvédelemi szabályok

- Elektromos berendezéseket csak hibátlan, sérülésmentes állapotban szabad használni!
- Elektromos tüzet csak annak oltására alkalmas tűzoltó berendezéssel szabad oltani
- Gázégőket begyújtani csak a szaktanár engedélyével lehet!
- Az égő gyufát, gyújtópálcát a szemetesbe dobni tilos!
- A gázégőt előírásnak megfelelően használjuk, bármilyen rendellenes működés gyanúja esetén azonnal zárjuk el a csővezetéken lévő csapot, és szólunk a szaktanárnak vagy a laboránsnak!
- Aki nem tervezett tüzet észlel köteles szólani a tanárnak!
- A munkaasztalon, tálcán keletkezett tüzet a lehető legrövidebb időn belül el kell oltani!
- Kisebb tüzek esetén a laboratóriumban elhelyezett tűzoltó pokróc vagy tűzoltó homok használata javasolt.
- A laboratórium bejáratánál tűzoltóruhany található, melynek lelógó karját meghúzva a zuhany vízárama elindítható.
- Nagyobb tüzek esetén kézi tűzoltó készülék használata szükséges
- Tömény savak, lúgok és az erélyes oxidálószeres bőrünkre, szemünkbe jutva az érintkező felületet súlyosan felmarják, égéshez hasonló sebeket okoznak. Ha bőrünkre sav kerül, száraz ruhával azonnal töröljük le, majd bő vízzel mossuk le. Ha bőrünkre lúg kerül, azt száraz ruhával azonnal töröljük le, bő vízzel mossuk le. A szembe került savat illetve lúgot azonnal bő vízzel mossuk ki. A sav- illetve lúgmarás súlyosságától függően forduljunk orvoshoz.

Veszélyességi szimbólumok



Vigyázz!
Meleg felület!



Vigyázz!
Tűzveszély!



Vigyázz!
Lézersugár!



Vigyázz!
**Radioaktív
sugárzás!**



Vigyázz!
**Áramütés
veszélye!**



Vigyázz!
**Mérgező
anyag!**

Bevezetés

A pedagógiai szakirodalomban egységes az az álláspont, hogy a tanulói aktivitást érdemes a kísérletek és mérések körére is kiterjeszteni. Sok iskolában azonban ez a tárgyi feltételek meglehetősen szűkös volta miatt eléggé behatárolt. Nem várható el egyetlen szaktanártól sem, hogy –egyéb, kötelező pedagógiai tevékenysége mellett- egyrészt maga járjon utána az „egyszerűen és olcsón” megvalósítható tanulói kísérleteknek, másrészt adaptálja azokat a saját iskolai lehetőségeihez, harmadrészt pedig tervezze, majd építse meg az esetleg hiányzó eszközöket, negyedrészt pedig szervezze meg és vezényelje le a kísérletek végrehajtását.

Az imént vázolt nehézségek nagy részét megszünteti a Szentendrei Móricz Zsigmond Gimnáziumban a TÁMOP 3.1.3 projekt keretében megépített és eszközökkel felszerelt komplex természettudományos laboratórium. Megmaradt viszont az a tárgyi feltételeket kiegészítő szellemi munka, mely a holt eszközöket kísérletezésre alkalmas eszközrendszerre változtatja. A projekt keretében elkészített tanulói és tanári segédletek ebben a munkában kívánják segíteni a tanárokat. Egy jól felszerelt laboratórium és a rendelkezésre álló segédanyagok nem jelentik azt, hogy a szaktanárnak már csak a foglalkozások levezénylése maradt. A kísérleteket minden esetben előre el kell végeznie, ugyanis az eszközök köre évről-évre változhatnak, továbbá nincsen két, pontosan egyforma eszköz, ezért a tanulók eredményei többé-kevésbé eltérnek egymástól. Saját mérései alapján a szaktanár meg tudja ítélni, hogy az egy-egy tanuló eltérő eredménye még belül van a várható mérési hibán vagy pedig hibát követett el a tanuló a mérés összeállítása vagy elvégzése, netán a mérési eredmények kiértékelése során.

Milyen kérdéseket kell tisztáznia a tanárnak, mielőtt belevág egy laborban megtartott óra megtartásába? (Ebben a segédletben szereplő kísérleteket, feladatokat tekintsük ajánlásnak, melyeket érdemes mindig az adott tanulói csoporthoz igazítani.)

Végig kell gondolni, hogy

- mely tananyagrészeket kívánja laborban megtartott órával segíteni;
- milyen céllal kívánja a kísérletek elvégzését: új anyag feldolgozására, a már tanult elméleti ismeretek alátámasztására, vagy pedig valamely anyagrész utáni, netán fejezet végi összefoglalás kiegészítésére szánja-e az órát;
- a tanulói munkafüzetben összegyűjtött kísérletek mindegyik végrehajtását kéri a tanulóktól, illetve kiegészíti-e újabb mérésekkel;
- mely eszközök előkészítésre van szükség a laboróra előtt; (Ha valamelyik eszközből nem áll rendelkezésre elegendő példány –pl. nyomásszenzor-, a mérés forgószínpad szerűen is lebonyolítható. Ennek lebonyolítása külön átgondolást igényel.)

- mely kísérleteket fogják a tanulók maguk elvégezni, és melyek lesznek tanári demonstrációs kísérletek;
- a tanulói kísérleteket egyénileg vagy csoportosan fogják-e a tanulók elvégezni. (Ezt lehet vegyesen is: az ügyesebb, rátermettebb tanulók egyénileg is dolgozhatnak, míg a bizonytalanabbak, kisebb kezűgyességgel rendelkezők alkalmas mérőtárssal eredményesebbek lehetnek);
- szükséges-e módosítani a munkafüzetben leírt kísérleteket, kell-e egyszerűsíteni vagy elmélyíteni ezeket;
- rutinos, a korábbi években begyakorlott kísérletezőkből áll-e a csoport, vagy még kezdők az efféle munkában;
- miként értékeli a munka végeztével a tanulók munkáját: mi a minimális elvárása illetve, milyen eredmények esetén tekinti teljesnek a tanulók munkáját;
- milyen formában kéri számon a laborban megtartott óra után az ott tanultakat.

A tanulói munkafüzet egyes foglalkozásainak bevezetője helyett az adott mérési gyakorlat jellemzőit táblázatosan találjuk meg. A menet közben található magyarázó kiegészítések rövidítve találhatóak, vagy –ahol ez nem zavaró– teljesen kimaradtak. A tanárnak szánt megjegyzéseket **vastag** betűvel olvashatjuk. A tanulói munkafüzet ábráiból csak a legszükségesebbeket tartottam meg.

I. Az elektromos és a mágneses mező



1. Borostyán

1.1. Elektrosztatikus alapjelenségek; az elektromos mező

A foglalkozás célja: az elektrosztatika alapjelenségeinek megismerése; az elektromos töltés létezése; az elektromos mező közvetett megfigyelése; a <i>megfigyelés</i> és a <i>következtetés</i> közötti különbség tudatosítása	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: tanári magyarázat; önálló/mérőpárban történő kísérletezés; önálló következtetés	
Fogalmak, törvények: kétféle elektromos töltés, töltésmegmaradás; elektromos mező, elektromos megosztás, vezetők-szigetelők	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	8 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	2 perc
feladatlap tanulmányozása	5 perc
a kísérletek összeállítása	10 perc
a kísérletek elvégzése	25 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	10 perc

1. A műanyag szívószál viselkedése

1. a) Egyik végüknél fogjunk össze két szívószálat, és összehajtott papírtörülővel dörzsöljük meg kb. 6-8-szor. Az egyiket tegyük be a felfüggesztett tartóba. A másik szívószál megdörzsölt végét közelítsük a tartóban lévő szívószál dörzsölt végéhez.



2. Szívószál dörzsölése



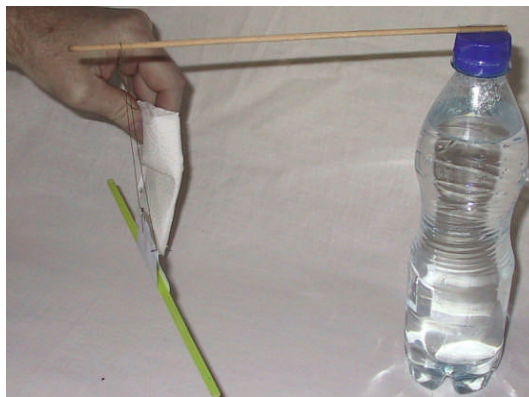
3. Műanyagok kölcsönhatása

Mi *történt* a felfüggesztett szívószállal? Ebből mire *következtethetünk*

A felfüggesztett szívószál elfordult a hozzá közelített szívószállal ellentétes irányába.

A két szívószál taszítja egymást.

1. b) A dörzsöléshez használt papírtörölő közelítsük a felfüggesztett szívószál megdörzsölt végéhez.



4. Műanyag-papír kölcsönhatása

Mi *történt* a felfüggesztett szívószállal? Ebből mire *következtethetünk*?

A felfüggesztett szívószál elfordult a hozzá közelített szívószál irányába.

A papír és a szívószál vonzza egymást.

2. A papír viselkedése

Végezzük el az előző kísérleteket a műanyag szívószál helyett papír pálcával.

2. a) Dörzsöljük meg két papír pálcát műanyag zacskóval! Az egyiket tegyük bele a tartóba és közelítsük hozzá párhuzamosan a másikat.



5. Papír feltöltése



6. Papír-papír kölcsönhatás

Mi történt a felfüggesztett papír pálcával? Ebből mire következtethetünk?

A felfüggesztett papír pálca elfordult a hozzá közelített papír pálcával ellentétes irányba, ami azt jelzi, hogy az egyformán megdörzsölt papír pálcák taszították egymást.

2. b) Most a dörzsöléshez használt műanyag zacskót közelítsük a felfüggesztett papír pálca megdörzsölt végéhez.



7. Papír-műanyag kölcsönhatása

Mi történt a felfüggesztett papír pálcával? Ebből mire következtethetünk?

A felfüggesztett papír pálca elfordult a hozzá közelített műanyag zacskó irányba, ami azt jelzi, hogy a papír pálca és a műanyag zacskó vonzotta egymást.

Magyarázd meg a jelenséget!

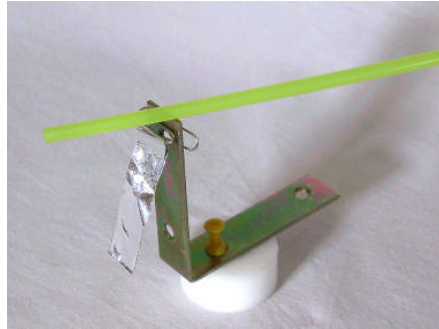
A dörzsölés következtében valamilyen mező jött létre.

3. Az elektroszkóp

3. a)

Hogyan jelzi a töltést az elektroszkóp?

Az elektroszkóp lemezkéje felemelkedett/eltávolodott.



8. Elektroszkóp

Az elektroszkópot nem dörzsöltük meg, de hozzáértettük a feltöltött szívószálat.

Mivel magyarázzuk, hogy az elektroszkópon mégis töltések vannak?

A szívószálról az elektromos töltések átjutottak az elektroszkópra.

Az elektroszkóp alját mécseshez használt paraffinból készítettük. Miért?

A töltések az elektroszkópról ne tudjanak átmenni az asztalra.

3. b) A feltöltött elektroszkópot érintsük meg a hurkapálcával.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk*?

Az elektroszkóp lemezkéje visszatért eredeti helyzetébe.

Az elektroszkóp elveszítette a töltését, a fa pálcá elvezette a töltéseket.

3. c)

A műanyag zacskóval megdörzsölt papírcsővel töltjük fel az elektroszkópot!

Hogyan jelzi a töltést az elektroszkóp?

Az elektroszkóp lemezkéje felemelkedett/eltávolodott.

3. d)

Töltjük fel az elektroszkópot a megdörzsölt szívószál segítségével. Érintsük hozzá a megdörzsölt, papír pálcikát.

Mi *történt* a az elektroszkóp lemezével?

A szívószál hatására az elektroszkóp lemeze felemelkedett, a papír hatására (valamennyit) visszaereszkedett.

3. e) Most töltjük fel az elektroszkópot a megdörzsölt szívószál segítségével, majd érintsük az elektroszkóphoz az ismét megdörzsölt szívószálat!

Mi *történt* a az elektroszkóp lemezével?

Az elektroszkóp lemeze először ismét felemelkedett, a második érintés után valamennyit emelkedett illetve nem változtatta helyzetét.

4. Az elektromos megosztás

4. a) Használjunk két elektroszkópot, amelyeket kössünk össze egy közepén szigetelt huzallal. Közelítsük a negatívan töltött szívószálat a baloldali elektroszkóphoz!

Mit *tapasztalunk*? Mire *következtetünk*?

Mindkét elektroszkóp lemezkéje fölemelkedett.

Mindkét elektroszkóp elektromosan feltöltődött.

4. b) Vegyük el –a szigetelt résznél megfogva– az összekötő huzalt.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk*?

Mindkét elektroszkóp lemezkéje megemelkedve maradt.

Mindkét elektroszkóp elektromosan fel van töltve.

4. c) Közelítsük a feltöltött szívószálat a baloldali elektroszkóphoz, de ne érintsük hozzá.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk*?

A baloldali elektroszkóp **lemezkéje lejjebb ereszkedett**, ami azt jelzi, hogy **az elektroszkóp a szívószállal ellentétes, azaz pozitív töltésűvé vált.**

4. d) Ugyanezt a közelítést-távolítást végezzük el a jobb oldali elektroszkóppal is.

Mit *tapasztalunk*? Mire *következtetünk*?

A jobb oldali elektroszkóp lemezkéje feljebb emelkedett, ami azt jelzi, hogy az elektroszkóp a szívószállal megegyező, azaz negatív töltésűvé vált.

4. e) Végezzük el ismét a 4. c) kísérletet.

Az elektroszkóp lemeze hogyan változtatja kitérését a szívószál távolságának függvényében?

Ahogy közeledett a szívószál, úgy emelkedett egyre feljebb a lemez.

Mire *következtethetünk* ebből a szívószál elektromos mezőjével kapcsolatban?

A szívószál elektromos mezője a távolodás függvényében egyre gyengébb.

4. f) Töltsük fel a szívószálat, majd közelítsük apróra tépett *elektromosan semleges* alufólia, illetve vatta darabkákhöz!

Mit *tapasztalunk*?

A feltöltött szívószál magához vonzza a vatta ill. alufólia darabkákat

Hogyan *magyarázhatjuk*, ezt?

A szívószál a semleges testeken magához vonzza az ellenkező előjelű töltéseket, a vele megegyezőket kicsit távolabb taszítja. A vonzó hatás a kisebb távolság miatt erősebb, mint a taszító erő, ezért végül is magához vonzza a semleges testeket.

4. g) Nyissuk ki a vízcsapot úgy, hogy vékony (!), egybefüggő vízszög jön ki belőle. Közelítsük hozzá a feltöltött szívószálat!

Mit *tapasztalunk*? Mi *okozza* a jelenséget?

A szívószál magához vonzza a vízszögöt.

A víz molekulái (erősen) polárosak, ezért a vonzóerő egy vízmolekula esetén a kisebb távolság miatt nagyobb, mint a taszító erő.

Értékelés: a tanuló által kitöltött munkafüzet alapján.

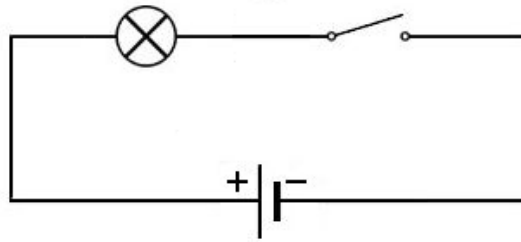
1.2. Az elektromos áramkör; feszültségmérés, áramerősség-mérés

A foglalkozás célja: elektromos áramkör megépítése kapcsolási rajz alapján; a feszültség- illetve áramerősség mérés gyakorlása	
A foglalkozás jellege: gyakorló óra	
Módszerek és tevékenységek: frontális tanári magyarázat; önálló/mérőpárban történő kísérletezés	
Fogalmak: feszültség, áramerősség, áramkör	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	18 perc
munka és balesetvédelem	4 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérletek összeállítása	25 perc
a kísérletek elvégzése	10 perc
adatrögzítés	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	6 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

Bevezető

Aki még sohasem próbált áramkört összeállítani, annak elsőre egyrészt elég bonyolultnak tűnhet, másrészt az izzó felkapcsolódása rögtön sikerélményt is nyújt. Érdemes úgy szervezni a mérést, hogy a kezdők lehetőleg ne azonos párban dolgozzanak.

Mivel most dolgozunk először feszültségforrással, nyomatékosan fel kell hívni a tanulók figyelmét arra, hogy a 230 V-os hálózati csatlakozót TILOS használni, mert életveszélyes. Mutassuk is meg, hogy melyik ez a (dupla) csatlakozó (munkafüzet 10. ábra). Feszültségforrásul ideális a laposelem, de a szabályozható max. 24 V-os feszültségforrás is használhatjuk (munkafüzet 11. ábra). Az izzólámpa pedig lehet a 3,5 V-os zseblámpaizzó, de más hasonló is tökéletesen megfelel. Ha a központi feszültségforrást használjuk, bekapcsolás előtt feltétlen tekerjük a feszültséget 0 V-ra és csak fokozatosan emeljük értékét. Nem feltétlen kell elérni a használt izzó üzemi feszültségét, beállíthatunk 10-20%-kal kisebb feszültséget.

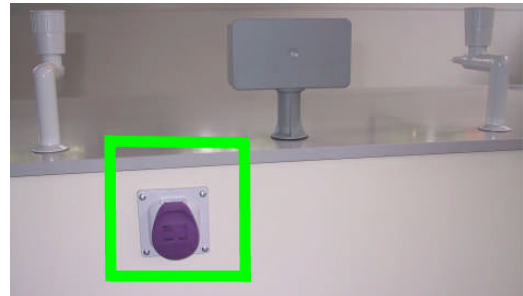


9. Áramkör izzóval

1. a) Elektromos áramkör összeállítása



10. 230 V

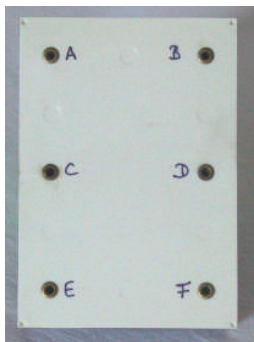


11. Max. 24 V

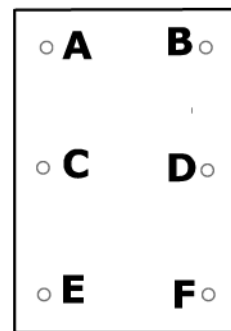
Építsük meg a 9. ábra áramkörét és ellenőrizzük működését a táblázat alapján!

2. Elektromos fekete doboz vizsgálata

Tervezzük meg, hogy mely pontok kapcsolatát kell megvizsgálni ahhoz, hogy megismerjük a belső kapcsolatokat. Rajzoljuk meg a belső kapcsolódásokat.



12. Elektromos feketedoboz

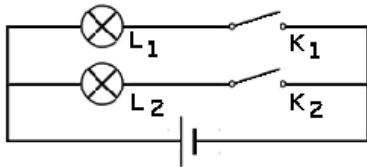


13. Az elektromos feketedoboz rajza

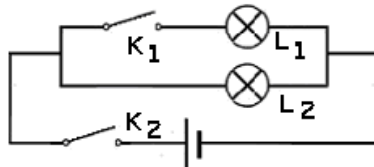
A dobozok belsejében forrasztás segítségével vezetékes kapcsolatot hozunk létre. Egy lehetséges ilyen kapcsolat: A-C; D-E-F; továbbá a B nem kapcsolódik egyikhez sem. Az ellenőrzésnél ügyeljünk arra, hogy egy mérési eredménynek lehet több helyes megoldása is. A tehetségesebbeket bízathatjuk is arra, hogy találjanak egyenértékű megoldásokat.

3. Összetett hálózatok

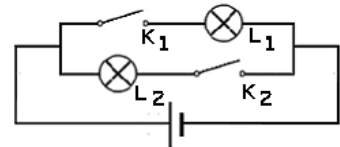
A fenti két feladat tapasztalatait felhasználva töltsük ki a kapcsolási rajz alapján az alábbi, összetettebb kapcsolások működését ellenőrző táblázatot. Ezután építsük meg az áramkört, majd a táblázat alapján ellenőrizzük a megépített kapcsolás működését!



14. Ábra a 3. a) feladathoz



15. Ábra a 3. b) feladathoz



16. Ábra a 3. c) feladathoz

3. d) Hasonlítsuk össze a fenti áramköröket! Melyek azonosak a működés szempontjából?

A 3. a) és a 3. c) egyenértékűek, ezért táblázatukat egyformán kell kitölteni: (1 = az izzó világít, 0 = az izzó sötét.)

K ₁	K ₂	L ₁	L ₂
Ki	Ki	0	0
Ki	Be	0	1
Be	Ki	1	0
Be	Be	1	1

a 3. b) táblázata:

K ₁	K ₂	L ₁	L ₂
Ki	Ki	0	0
Ki	Be	0	1
Be	Ki	0	0
Be	Be	1	1

4. Feszültségmérés



17. Feszültségmérés

4. a) Mérjük meg az előző áramkörökben használt feszültségforrás feszültségét.
A leolvasott feszültség értéke: $U = \dots \text{ V}$.

(A beállítástól függ a helyes érték, ellenőrizzük munka közben és jegyezzük fel.) Ügyeljünk arra, hogy a diákok a mértékegységet is tüntessék fel!

4. b) Rajzoljuk le, majd állítsuk össze a 9. ábra áramkörét.

Mérjük meg a feszültségforrás és az izzólámpa két kivezetése között a feszültséget a kapcsoló nyitott és zárt állása mentén.

K kapcsoló	$U_{\text{fesz. forr.}}$	$U_{\text{izzólámpa}}$
ki		
be		

(A beállítástól függ a helyes érték.)

5. Az áramerősség mérése



18. Árammérés, 10 A

A 9. ábrán lévő áramkörben mérjük meg az áramerősséget!

K kapcsoló	$I_{\text{fesz. forr.-izzó}}$	$I_{\text{izzólámpa-kapcsoló}}$	$I_{\text{kapcsoló-fesz forr.}}$
ki	0	0	0
be			

(A beállítástól függ a többi helyes érték.)

Értékelés: a tanuló által beadott füzet alapján.

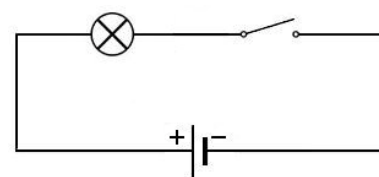
1.3. Ellenállásmérés; Ohm törvénye; ellenállásmérés multiméterrel

A foglalkozás célja: az ellenállás fogalmának méréssel történő megerősítése; a multiméter ellenállásmérő paneljének használata az Ohm törvény tudatosítása	
A foglalkozás jellege: gyakorló óra	
Módszerek és tevékenységek: tanári magyarázat; tanulói mérések; számítások; grafikonkészítés mérési eredményekből	
Fogalmak, törvények: ellenállás; Ohm törvénye	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	5 perc
a feladat ismertetése	7 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	15 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés, grafikonkészítés	15 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

Ezekben a kísérletekben kb. 4 V-os feszültséget használjunk.

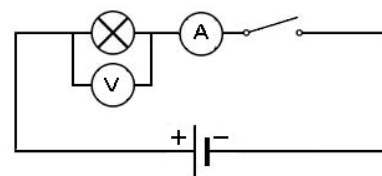
1. Ellenállásmérés az ellenállás definíciója alapján

Először egy zseblámpaizzót, majd egy színes karácsonyfa izzót kapcsoljunk az áramkörbe (19. ábra), majd mérjük meg a rajtuk levő feszültséget és a kialakuló áramerősséget!



19. Áramkör izzóval

Ha rendelkezésre áll két multiméter, akkor egyszerre is történhet a feszültség illetve az áramerősség mérése (20. ábra).



20. U és I mérése

A mérés eredményeit foglaljuk táblázatba (a harmadik sorra később lesz szükség):

	1. sz. izzó	2. sz. izzó
U(V)		
I(A)		
R(Ω)		

(A beállítástól, a használt eszközöktől függ a helyes érték.)

2. Két izzó ellenállása

Számítsuk ki az előző két izzó ellenállását és írjuk be az előző táblázat 3. sorába!
Mit tapasztalunk? Mire következtetünk?

(A beállítástól, a használt eszközöktől függ a helyes érték.)

A két izzó ellenállása különböző.

Ugyanolyan feszültség esetén, nagyobb ellenálláson kisebb áram folyik.

3. További ellenállások kiszámítása

Határozzuk meg feszültség és árammérés segítségével a kiadott tárgyak ellenállását!

	grafit ceruza belseje	40 W-os izzó	60 W-os izzó
U(V)	4,35	4,43	4,44
I(A)	0,055	0,035	0,045
R(Ω)	79	127	99

(A használt eszközöktől függ a helyes érték.)

4. Az ellenállás értéke – Ohm törvénye

Térjünk vissza a zseblámpa-izzó ellenállásának mérésére.

4. a) A feszültséget 0 - 4 V között változtatva olvassuk le az áramerősséget és számoljuk ki mindhez az ellenállást.

(A feszültség változását a legegyszerűbb a központi feszültség segítségével 0,5 V-onként növelni, de ügyeljünk, hogy ne lépjük túl a használt izzók maximális megengedett feszültségét.)

	1. mérés	2. mérés	3. mérés	4. mérés	5. mérés
U(V)					
I(A)					
R(Ω)					

(A beállítástól, a használt eszközöktől függ a helyes érték, de a feszültség növelésével az ellenállás is növekszik)

4. b) feladat

Készítsünk az előzőek figyelembe vételével a füzetünkbe két (I-U illetve R-U) grafikont.

A grafikon tengelyein a konkrét értékek az adott izzótól függenek, de jellege hasonló bármely izzó esetén. Az I az egyenes arányossághoz képest egyre lassabban növekszik, míg az R egyre gyorsabban. (Ne térjünk itt ki most az ismert összefüggésre, a hangsúly az ellenállás változásán van, vagyis, hogy nem igaz minden esetben, hogy U és I egyenesen arányos egymással.)

4. c)

A multiméter segítségével mérjük meg ismét a ceruzabél és az izzók ellenállását! Eredményeinket jegyezzük fel és hasonlítsuk össze a korábban számított értékekkel.

Az ellenállásmérővel kapott értékek –„hideg” izzó esetén!- közel kell, hogy legyenek egymáshoz a kétféle mérési módszer szerint, de – természetesen- nem egyeznek meg.

Értékelés: a tanuló füzete alapján a helyi eljárásrend szerint.

1.4. Vezetékek ellenállása; a potenciométer

A foglalkozás célja: kísérleti úton ellenőrizni az $R = \rho \frac{l}{A}$ összefüggést; a potenciométer vizsgálata	
A foglalkozás jellege: az elmélet kikövetkeztetése és ellenőrzése méréssel	
Módszerek és tevékenységek: tanári magyarázat, tanulói mérések; grafikonkészítés	
Fogalmak: fajlagos ellenállás, potenciométer	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés	15 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

1. Vezeték ellenállása

1. a) A vezeték hosszúsága

Az előkészített panelon 4 db 50 cm hosszú, párhuzamosan kifeszített viszonylag nagy ellenállású huzal található. Mérjük le a multiméterrel az ellenállás nagyságát különböző vezeték hosszak esetén. Az eredményeket írjuk be a fűzetbe átmásolt táblázatba!

l (a vezeték hossza, m)	0,5	1,0	1,5	2,0
R (a vezeték ellenállása, Ω)				

(A használt eszköztől függ a lemért érték.)

Vázoljuk a mérési eredményeket az $R - l$ grafikonon! Milyen függvénykapcsolatot találunk R és l között?

(A használt eszköztől függ a grafikon alakja, de –a mérési hibáktól eltekintve- az egyenes arányosság jól felismerhető.)

1. b) A vezeték keresztmetszete

Végezzük el az egyes összekapcsolások után az ellenállásmérést, és az eredményeket rögzítsük táblázatba!

A (a vezeték keresztmetszete)	1·A	2·A	3·A	4·A
R (a vezeték ellenállása, Ω)				

(A használt eszköztől függnek a lemért értékek.)

Milyen függvénykapcsolatot sejtünk az adatok alapján?

A vezeték ellenállása fordítottan arányos a keresztmetszettel. (Ezt ellenőrizhetjük úgy, hogy az egymáshoz tartozó értékek szorzata kb. ugyanannyit ad-e.)

1. c) A vezeték anyaga

A rendelkezésünkre áll egy ötödik vezeték is a panelon, mely más anyagból készült, mint az előző négy.

Mérjük meg az ötödik vezeték ellenállását! $R_5 = \dots\dots$

(A használt eszköztől függ a lemért érték.)

A szükséges adatok meghatározása után számítsd ki a két vezetékfajta fajlagos ellenállását.

	r (mm)	A (mm ²)	l (m)	ρ (Ωm)
1. vezeték				
2. vezeték				

(A használt eszköztől függenek a kiszámított értékek. r értékét megadhatjuk, ha nem járatosak csavarmikrométer használatában.)

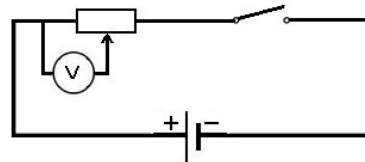
2. A változtatható ellenállás

2. a) Mérjük ki, hogy az ellenállás milyen függvény szerint változik a mozgató jelző skála kijelzésétől.

A skálán leolvasott érték	0	20	40	60	80	100
R (Ω)						

(A használt eszköztől függenek a lemért értékek. A kereskedelemben nem csak lineáris, hanem logaritmikus karakterisztikájú potencióméterek is kaphatóak. Jobb képességű diáknak –második méréshez- ilyet is adhatunk, de nem várható el a függvény típusának felismerése.)

2. b) Kapcsoljuk be az áramkörbe a potenciómétert és mérjük meg az egyik vége és a csúszka közötti feszültséget a csúszka különböző állása esetén.



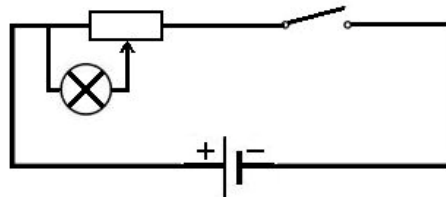
21. Feszültségmérés

A skálán leolvasott érték	0	20	40	60	80	100
U (V)						

(A használt eszköztől függenek a lemért értékek.)

2. c) A potencióméter használata

Módosítsuk az előző áramkört az alábbi kapcsolási rajz szerint, majd forgassuk át néhányszor a csúszkát a két szélső helyzet között. Mire használható ez az áramkör?

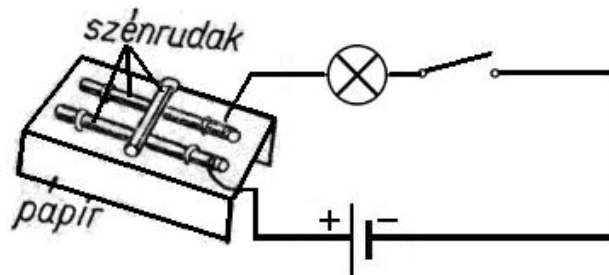


22. Feszültség szabályozás

A potencióméter segítségével az izzólámpára változtatható feszültséget kapcsolunk, így fényerő-szabályozóként működtethető.

3. Az ellenállás-változás alkalmazása

Az alábbi modellt három (laposelemből kiserelt) szénrúddal megépíthetjük az ábra alapján. Mikrofonunkat kössük sorba az izzólámpával.



23. Mikrofon modell

3. a) Kopogtassuk meg a doboz felső részét.

Hogyan reagál erre az izzólámpa?

Az izzó fényereje a kocogtatás ütemének megfelelően ingadozik, „pislog”.

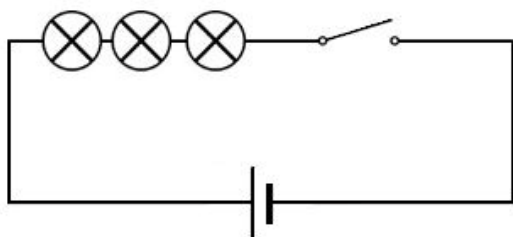
3. b) Most próbáljuk meg hanggal pislogásra bírni szénmikrofon modellünket. Keressük meg azt a hangmagasságot, amelyiken a legjobban vibrál az izzó fénye.

A legerősebb pislogást a mikrofonmodell sajátfrekvenciájának közelében lehet megkapni. Az eszközt elsősorban motivációs célból érdemes megépíteni.

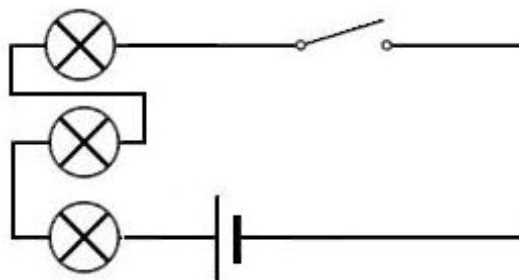
Értékelés: a tanuló füzeté és az elkészült modell alapján.

1.5. Ellenállások soros kapcsolása

A foglalkozás célja: a soros kapcsolás törvényeinek mérés alapján történő megfogalmazása	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: önálló/mérőpárban történő mérés; a kapott összefüggések megbeszélése	
Fogalmak, törvények: soros kapcsolás; eredő ellenállás; a soros kapcsolás törvényei (feszültség, áram, eredő ellenállás kiszámítása)	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	5 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	15 perc
a kísérlet összeállítása	10 perc
a kísérlet elvégzése	20 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	10 perc



24. Soros kapcsolás 1.

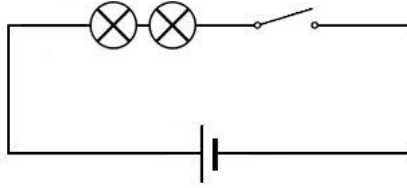


25. Soros kapcsolás 2.

1. Két, sorosan kapcsolt izzólámpa

1. a) Induljunk ki az alábbi, két, sorosan kapcsolt izzólámpából. Mérjük meg három helyen az áramerősséget (pl. a két izzó között, a feszültségforrástól balra illetve jobbra).

	1.	2.	3.
I (A)			



26. Izzók soros kapcsolása

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Mit állapíthatunk meg az áramerősségekről? (Vegyük figyelembe az elkerülhetetlen mérési pontatlanságot.)

Az áramerősségek megegyeznek.

1. b) Mérjük meg a feszültségforrás kapcsain (U_k) illetve az izzólámpákon (U_1 , U_2) a feszültséget.

	U_k (fesz. f.)	U_1 (1. izzó)	U_2 (2. izzó)
$U(V)$			

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Milyen kapcsolatot látunk a feszültségforráson mérhető feszültség és az izzókon mérhető feszültségek összege között?

$$U_k = U_1 + U_2$$

1. c) Számítsuk ki a mérési adataink segítségével az egyes izzók ellenállását (R_1 , R_2)!

	R_1 (1. izzó)	R_2 (2. izzó)
$R = \frac{U}{I} (\Omega)$		

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Számítsuk ki, hogy ha csak egyetlen ellenállást használnánk a két izzó helyett, akkor annak hány ohmosnak kellene lennie, hogy ugyanez a feszültség ugyanekkora áramot keltsen. (Ezt az ellenállást jelöljük R_e -vel és eredő ellenállásnak nevezzük.)

$$R_e = \frac{U_k}{I} =$$

(A számítás eredménye függ a használt eszközöktől.)

Milyen kapcsolatot látunk R_e továbbá R_1 és R_2 között?

$$R_e = R_1 + R_2$$

2. Három, sorosan kapcsolt izzólámpa

Kapcsoljunk sorosan három darab izzólámpát (25. ábra) és végezzük el ugyanazokat a méréseket, mint az előbb, két izzólámpával tettük meg.
Lehetőség szerint egy-egy mérőhelyen különböző típusú izzókat használjunk. (Nem baj, ha nem mindegyik világít teljes fényerővel.)

2. a) Mérjük meg négy helyen az áramerősséget (Pl. a két izzó között két helyen, továbbá a feszültségforrástól balra illetve jobbra.)

	1.	2.	3.	4.
I (A)				

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől, de –a mérési hibáktól eltekintve- megegyeznek.)

Mit állapíthatunk meg az áramerősségekről?

Az áramerősségek megegyeznek: $I_1 = I_2 = I_3 = I_4$

2. b) Mérjük meg a feszültségforrás kapcsain (U_k) illetve az izzólámpákon (U_1, U_2) a feszültséget.

	U_k (fesz. f.)	U_1 (1. izzó)	U_2 (2. izzó)	U_3 (3. izzó)
U(V)				

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Milyen kapcsolatot látunk a feszültségforráson mérhető feszültség és az izzókon mérhető feszültségek összege között?

$U_k = U_1 + U_2 + U_3$

2. c) Számítsuk ki a mérési adataink segítségével az egyes izzók ellenállását (R_1, R_2, R_3)!

	R_1 (1. izzó)	R_2 (2. izzó)	R_3 (3. izzó)
$R = \frac{U}{I}$ (Ω)			

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Számítsuk ki, hogy ha csak egyetlen ellenállást használnánk a két izzó helyett, akkor annak hány ohmosnak kellene lennie, hogy ugyanez a feszültség ugyanekkora áramot keltsen. (Ezt az ellenállást ismét R_e -vel jelöljük.)

$$R_e = \frac{U_k}{I} =$$

Milyen kapcsolatot látunk R_e továbbá $R_1, R_2,$ és R_3 között?

(A számolás eredménye függ a használt eszközöktől.)

3. A soros kapcsolások törvényei

Foglaljuk össze és általánosítsuk **tetszőleges számú sorosan kapcsolt ellenállás** esetére az előző mérések során az áramokra, a feszültségekre illetve az eredő ellenállás kiszámítására megsejtett törvényszerűségeket.

Az áramerősségek megegyeznek: $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = \dots$

A feszültségek összeadódnak: $U_k = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$

Az eredő ellenállás az egyes ellenállások összege: $R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

3. a) Ellenőrizzük a sorosan kapcsolt ellenállásokra kapott fenti három szabályt három újabb ellenállás segítségével.

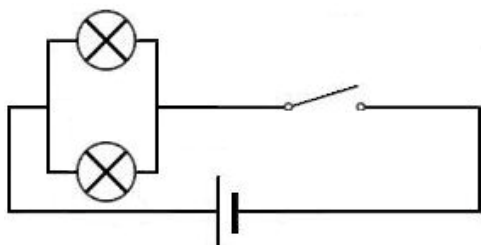
Másoljuk le és töltsük ki a 2. feladat táblázatait.

(A mérési és számolási eredmények függenek a használt eszközöktől.)

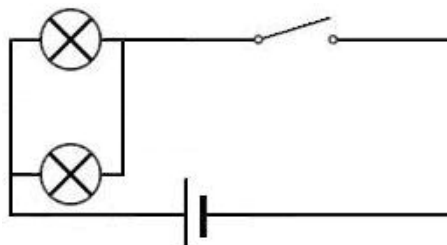
Értékelés: a tanuló kitöltött füzeté alapján.

1.6. Ellenállások párhuzamos kapcsolása

A foglalkozás célja: a párhuzamos kapcsolás törvényeinek mérés alapján történő megfogalmazása	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: önálló/mérőpárban történő mérés; a kapott összefüggések megbeszélése	
Fogalmak, törvények: párhuzamos kapcsolás; a párhuzamos kapcsolás törvényei (feszültség, áram, eredő ellenállás kiszámítása)	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	6 perc
a feladat ismertetése	5 perc
munka és balesetvédelem	4 perc
feladatlap tanulmányozása	15 perc
a kísérlet összeállítása	10 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	15 perc
a következtetések közös megbeszélése	10 perc



27. Párhuzamos kapcsolás 1.



28. Párhuzamos kapcsolás 2.

1. Két párhuzamosan kapcsolt izzólámpa

1. a) Állítsuk össze a 27. ábrán levő áramkört és mérjük meg a feszültségforrás kapcsain (U_k) illetve az izzólámpákon (U_1 , U_2) a feszültséget.

Lehetőleg ne azonos típusú izzókat használjunk.

	U_k (fesz. f.)	U_1 (1. izzó)	U_2 (2. izzó)
U(V)			

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől, de a mért értékek –közel- egyenlők.)

Milyen kapcsolatot látunk a feszültségforráson mérhető feszültség és az izzókon mérhető feszültségek között?

Ezek a feszültségek egyenlők.

1. b) Mérjük meg a főágban és a két mellékágban (a két izzón) folyó áramerősséget.

	$I_{\text{főág}}$	$I_{\text{1. izzó}}$	$I_{\text{2. izzó}}$
$I \text{ (A)}$			

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Mit állapíthatunk meg? (Vegyük figyelembe az elkerülhetetlen mérési pontatlanságot.)

$$I_{\text{főág}} = I_{\text{1.izzó}} + I_{\text{2.izzó}}$$

1. c) Számítsuk ki a mérési adataink segítségével az egyes izzók ellenállását (R_1 , és R_2)!

	$R_1 \text{ (1. izzó)}$	$R_2 \text{ (2. izzó)}$
$R = \frac{U}{I} \text{ (}\Omega\text{)}$		

Számítsuk ki, hogy ha csak egyetlen ellenállást használnánk a két izzó helyett, akkor annak hány ohmosnak kellene lennie, hogy ugyanez a feszültség ugyanekkora áramot keltsen a főágban. Ezt az ellenállást eredő ellenállásnak nevezzük. Jele R_e .

$$R_e = \frac{U_k}{I_{\text{főág}}} =$$

(A számolás eredménye függ a használt eszközöktől.)

R_e továbbá R_1 és R_2 között most is van törvényszerűség, de ez kicsit bonyolultabb, mint soros kapcsolás esetén. Segítségül számítsuk ki ezek reciprokát.

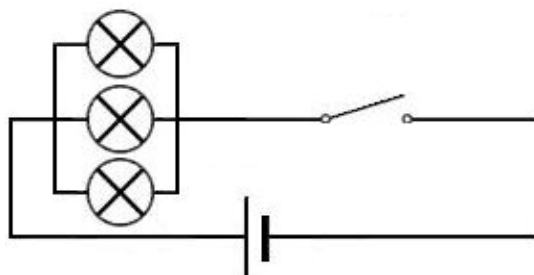
$\frac{1}{R_e}$	$\frac{1}{R_1}$	$\frac{1}{R_2}$

Milyen kapcsolatot látunk R_e továbbá R_1 , és R_2 között?

Mint tudjuk: $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

2. Három párhuzamosan kapcsolt izzólámpa

Kapcsoljunk párhuzamosan három izzólámpát (29. ábra) és végezzük el ugyanazokat a méréseket, mint az előbb, két izzólámpával tettük meg.



29. Három izzó párhuzamosan kapcsolva

Lehetőleg az egyik izzó más típusú legyen, mint a másik kettő.

2. a) Mérjük meg a feszültségforrás kapcsain (U_k) illetve az izzólámpákon (U_1 , U_2 , U_3) a feszültséget.

	U_k (fesz. f.)	U_1 (1. izzó)	U_2 (2. izzó)	U_3 (3. izzó)
U(V)				

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Milyen kapcsolatot látunk a feszültségforráson mérhető feszültség és az izzókon mérhető feszültségek között? (Vegyük figyelembe az elkerülhetetlen mérési pontatlanságot.)

Mind a négy feszültség megegyezik.

2. b) Mérjük meg a főágban és a három mellékágban az áramerősséget.

	$I_{\text{főág}}$	$I_{1. \text{ izzó}}$	$I_{2. \text{ izzó}}$	$I_{3. \text{ izzó}}$
I (A)				

(A mérési eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Mit állapíthatunk meg?

2. c) Számítsuk ki a mérési adataink segítségével az egyes izzók ellenállását (R_1 , R_2 és R_3)!

	R_1 (1. izzó)	R_2 (2. izzó)	R_3 (3. izzó)
$R = \frac{U}{I}$ (Ω)			

(A számolások eredménye függ a használt eszközöktől.)

Számítsuk ki, hogy ha csak egyetlen ellenállást (R_e) használnánk a két izzó helyett, akkor annak hány ohmosnak kellene lennie, hogy ugyanez a feszültség ugyanekkora áramot keltsen.

$$R_e = \frac{U_k}{I_{\text{főág}}} =$$

(A számolások eredménye függ a használt eszközöktől.)

R_e továbbá R_1 , R_2 és R_3 között most is van törvényszerűség. Most is számítsuk ki ezek reciprokát.

$\frac{1}{R_e}$	$\frac{1}{R_1}$	$\frac{1}{R_2}$	$\frac{1}{R_3}$

Milyen kapcsolatot látunk R_e továbbá R_1 , R_2 , és R_3 között?

Mint tudjuk: $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

3. A párhuzamosan kapcsolt ellenállások törvényei

Általánosítsuk **tetszőleges számú párhuzamosan kapcsolt ellenállás** esetére az előző mérések során a feszültségre, az áramerősségre és az eredő ellenállás kiszámítására megsejtett törvényszerűségeket.

A feszültségek megegyeznek: $U_k = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$

A főág áramerőssége egyenlő a mellékágak áramerősségeinek összegével: $I_{\text{főág}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + \dots$

Az eredő ellenállás reciproka megegyezik az egyes ellenállások

reciprokának összegével: $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots$

3. a) Ellenőrizzük a fenti három szabályt három újabb ellenállás segítségével. Másoljuk le a 2. feladat táblázatait és a mérések elvégzése után töltsük ki az adatokkal.

(A mérési és számolási eredmények függenek a használt eszközöktől.)

Értékelés: a tanuló által elkészített mérési jegyzőkönyv alapján.

1.7. Feszültségforrások tulajdonságai (Ohm törvénye a teljes áramkörre)

A foglalkozás célja: rávilágítani a minden feszültségforrást jellemző belső ellenállás létezésére és ennek főbb következményeire	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: önálló/mérőpárban történő kísérletezés; önálló következtetés	
Fogalmak, törvények: belső ellenállás, kapocsfeszültség, belső feszültség, rövidzárlat, rövidzárlati áram, üresjárási feszültség	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	10 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	15 perc

1. A feszültségforrás vizsgálata

Ezen a mérési gyakorlaton célszerű – a viszonylag nagy belső ellenállással rendelkező- laposelemeket használni.

1. a) Mérjük meg egy laposelem feszültségét „üresen”, azaz úgy, hogy nem kapcsolunk rá semmilyen ellenállást.

$$U_{\text{üresen}} = \dots V.$$

Az elem állapotától függő érték (akár lehet valamivel nagyobb a névleges 4,5 V-os feszültségénél).

Most kössünk rá egy izzólámpát és megint mérjük meg a feszültségét.

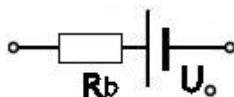
$$U_{\text{üzem közben}} = \dots V.$$

Az előzőleg mért értéknél valamivel kevesebb. A két mérést lehet többször megismételteni, hogy az eltérés meggyőző legyen.

Hasonlítsuk össze a két feszültség nagyságát.

$$U_{\text{üresen}} \dots U_{\text{üzem közben}}$$

Logikailag egy feszültségforrás így néz ki:

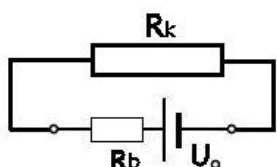


30. Feszültségforrás elvi rajza

1. b)

Kössünk be két különböző ellenállást, ami két különböző áramot hoz létre. Ezt, és a két kapocsfeszültséget megmérve már számolhatjuk R_b -t.

Állítsuk össze először az egyik, majd a másik ellenállással (ez lehet két különböző izzó) a 32. ábra áramkörét. Méréseink után töltsük ki az alábbi táblázatot:



31. Belső ellenállás

I_1	U_{k1}	I_2	U_{k2}

(A mérési eredmények függenek az alkalmazott eszközöktől.)

R_b kiszámításához az alábbi egyenletrendszert kell megoldani:

$$U_0 = U_{k1} + I_1 \cdot R_b$$

$$U_0 = U_{k2} + I_2 \cdot R_b$$

Fejezzük ki, majd az imént mért értékeket behelyettesítve számoljuk ki ebből R_b értékét!

$$R_b = \dots \Omega$$

(A számolás eredménye függ az alkalmazott eszközöktől. Egy lehetséges eredmény: $R_b = 1,42 \Omega$)

U_0 neve **belső feszültség**. Mérési adataink alapján számoljuk ki a zseblámpaelem belső feszültségét a fenti két egyenlet bármelyikét felhasználva.

$$U_0 = \dots V.$$

(A számolás eredménye függ az alkalmazott eszközöktől. Egy lehetséges eredmény: $U_0 = 4,34 V$)

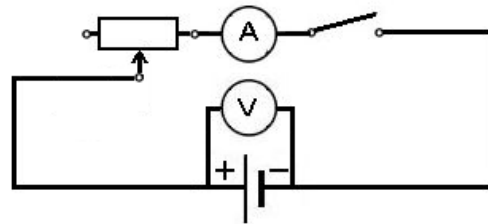
2. U_0 és R_b grafikus meghatározása

2. a) Lehetne-e ellenőrizni, hogy az imént felhasznált $U_0 = U_k + I \cdot R_b$ képlet beválik-e a gyakorlatban? Helyettesítsünk be R_k helyére jóval több értékét, és így leellenőrizzük az

$$I \mapsto U_k, \text{ ahol } U_k = U_0 - I \cdot R_b$$

függvénykapcsolatot.

Cseréljük le az eddigi fix R_k -t a potenciométerre és készítjük el vele a 32. ábra áramkörét.



32. Potenciométer használata

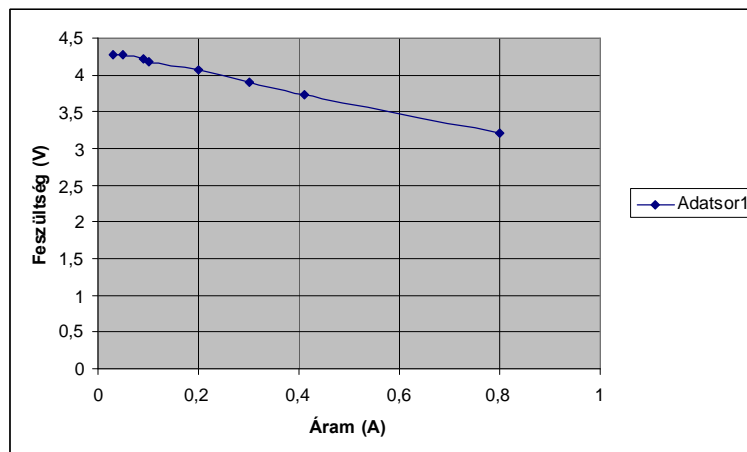
A forgatható csúszkát négy-öt helyre beállítva méréseink alapján töltjük ki az alábbi táblázatot.

Használhatunk pl. 100 Ω -os potenciométert. A mérési eredmények függenek az alkalmazott eszközöktől. Egy lehetséges eredmény:

A mérés száma:	1	2	3	4	5	6	7	8
I (A)	0,03	0,05	0,09	0,1	0,2	0,3	0,41	0,8
U_k (V)	4,28	4,27	4,21	4,19	4,06	3,9	3,73	3,2

2. b) Ábrázoljuk a fenti táblázat adatait az $U_k - I$ grafikonon!

A fenti adatok grafikonon:



Kaptunk tehát 4-5 pontot. Ha mérési eredményeink követik az elméletet, akkor ezeknek a pontoknak milyen alakú grafikonra kellene illeszkedniük? Az elméletet az említett

$$I \mapsto U_k, \text{ ahol } U_k = U_0 - I \cdot R_b$$

hozzárendelési szabály mutatja, mely egy *csökkenő lineáris függvény*.

Vonalzó segítségével húzzuk meg a pontokra legjobban illeszkedő egyenest. (A grafikonnak csak az első koordináta-negyedben van értelme.)

Olvassuk le, hogy ez az egyenes hol metszi az U_k tengelyt. Ez U_0 -at adja meg.

$$U_0 = \dots \text{ V.}$$

Hasonlítsuk össze az előző feladatban kiszámolt és a most meghatározott U_0 értékét!

A leolvasás pontosságát is figyelembe véve kb. megegyezik a két eredmény.

Mivel a második értéket több mérési eredmény alapján kapott grafikonból határoztuk meg, ezért ezt pontosabb eredménynek tekintjük.

A grafikon meredeksége R_b értékét adja. Ehhez elég U_0 ismeretében az egyenes segítségével leolvasni egy tetszőleges I értéket és a hozzárendelt U_k -t, majd behelyettesítünk az alábbiak szerint átrendezett képletbe:

$$R_b = \frac{U_0 - U_k}{I}$$

A fentiek alapján töltsük ki az alábbi táblázatot.

Egy lehetséges eredmény:

U_0 (V)	U_k (V)	I (A)	R_b (Ω)
4,34	4,21	0,09	1,42

3. A belső ellenállás jelentősége

3. a) A maximális kapcsolófeszültség

$$U_{k \max} = U_0.$$

3. b) A maximális áram

Mekkora lehet egy feszültségforrás által – legalábbis elméletben- leadott maximális áram: I_{\max} ? Erre a grafikonunkból leolvasással választ kapunk, hiszen a vízszintes tengelyt itt metszi a grafikon egyenese. Mitől és hogyan függ ez az érték? A grafikonról látszik, hogy itt $U_k = 0$ V. Helyettesítsük be ezt az értéket a már jól ismert egyenletünkbe és fejezzük ki I -t.

$$U_0 = 0 + I_{\max} \cdot R_b, \text{ amiből } I_{\max} = \frac{U_0}{R_b}$$

Az előzőek alapján töltsük ki az alábbi táblázatot.

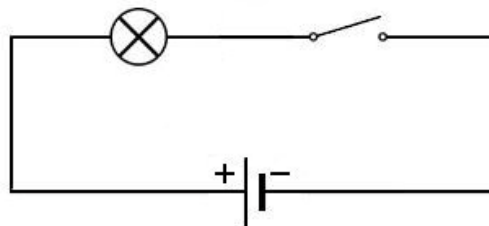
Egy lehetséges eredmény:

U_0 (V)	R_b (Ω)	I_{\max} (A)
4,34	1,42	3,06

4. Ha az elem lemerül...

Mi történik egy elemmel, ha lemerülő-félben van?

Vizsgáljuk meg a már ismert áramkört, de most egy lemerülőben levő laposelemet kössünk be. (Ha az izzó nem világít, nem baj, ettől még folyhat áram rajta.)



33. Áramkör izzóval

4. a) Mérjük meg az elem üresjárési feszültségét (U_{kmax}) majd az áramkör összeállítása után a kapocsfeszültségét (U_k), és a kialakuló áramot. Töltsük ki az alábbi táblázatot:

U_0 (V)	U_k (V)	I (A)

(A mérési eredmények erősen függenek a használt elem állapotától.)

Ha összehasonlítjuk a lemerülő elem üresjárési feszültségét a jól működőével, a lemerülőé nem számottevően kevesebb. Számítsuk ki a belső ellenállást a fenti adatokból:

$$R_b = \frac{U_0 - U_k}{I} =$$

(A számolás eredménye erősen függ a használt elem állapotától.)

Mire következtetünk ebből?

Az elemek lemerülésük során –kémiai folyamatok következtében- a belső ellenállásuk jelentősen megnő, miközben belső feszültségük is csökken valamelyest.

Értékelés: a tanuló füzete alapján.

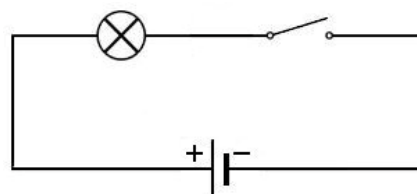
1.8. Az elektromos munka és teljesítmény

A foglalkozás célja: az elektromos munka és teljesítmény fogalmának elmélyítése; jelentőségének bemutatása	
A foglalkozás jellege: gyakorló óra	
Módszerek és tevékenységek: önálló munka, közös megbeszélés	
Fogalmak, törvények: elektromos teljesítmény, elektromos munka	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	10 perc

1. A zseblámpaizzó teljesítménye

1. a) Mekkora teljesítményt ad le egy zseblámpaizzó?

Állítsuk össze a 34. ábra áramkörét.



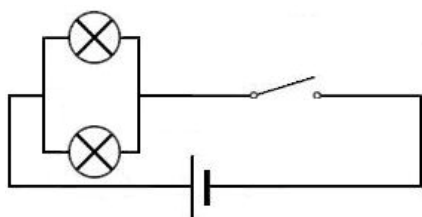
34. Izzó az áramkörben

Mérjük meg az izzón átfolyó áramot és a rá jutó feszültséget! Ebből a két adatból pedig számítsuk ki a $P=U \cdot I$ képlet segítségével az izzó felvett (elektromos) teljesítményét. (Ezeket az adatokat felhasználjuk a 2. feladatban is.)

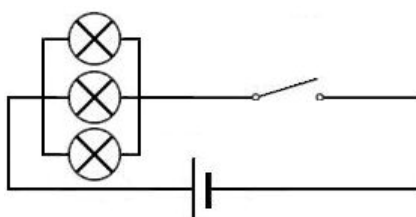
	1 db izzó
$U_k(V)$	
$I(A)$	
$P(W)$	

(A mérés eredménye függ az alkalmazott izzótól.)

1. b) Kapcsoljunk párhuzamosan két, majd három azonos típusú izzót. *Mérjük meg* mindegyik esetben a rájuk jutó feszültséget, a rajtuk átfolyó áramot és számítsuk ki a teljesítményüket.



35. Két izzó párhuzamosan kapcsolva



36. Három izzó párhuzamosan kapcsolva

Az előző táblázat kiegészítése:

	1 db izzó	2 db izzó	3 db izzó
$U_k(V)$			
$I(A)$			
$P(W)$			
$P_{összes} (W)$			

Hogyan változik az izzók összteljesítménye?

A konkrét mérési eredmények függenek az alkalmazott izzóktól, de a törvényszerűség bármelyikből kikövetkeztethető. Egyre több izzót használva a teljesítmények (majdnem) összeadódnak, (Vigyázat, az izzó ellenállása és így felvett teljesítménye is függ a hőmérsékletétől, továbbá az előzőekben laposelemre kimért kb. $1,4 \Omega$ -os belső ellenállást is figyelembe kell venni, de az egyenes arányosságtól való eltérés kicsi. Első közelítésben ezt a hatást ki lehet hagyni.)

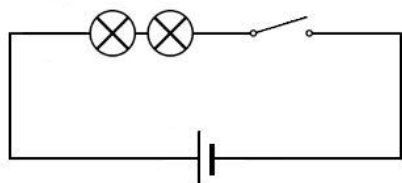
1. c) **Kevésbé felkészült csoportnál ezt a feladatot ki lehet hagyni. Ebben az esetben zseblámpaelem helyett használhatjuk a központi feszültségforrást (az előző feladatban is).**

Az izzók számával miért csak közelítően egyenes arányosan nő az izzók által felvett összteljesítmény?

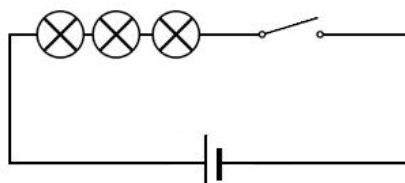
Az izzók számának növelésével a főágban is nő az áram, ezért a belső ellenállás miatt csökken a kapocsfeszültség, márpedig $P = \frac{U_k^2}{R}$. (Igaz, ez a hatás nem túl nagy.)

2. Sorosan kapcsolt ellenállások teljesítménye

2. a) Az kapcsoljunk sorosan két, majd három egy izzót.



37. Két izzó sorosan kapcsolva



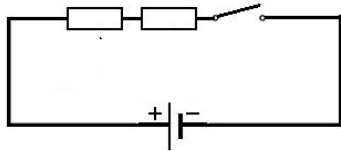
38. Három izzó párhuzamosan kapcsolva

A kapcsoló zárása után ránézésre is látszik, hogy az egyes izzókon egyre kisebb a felvett teljesítmény.

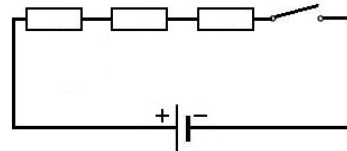
Miből látszik ez?

Az izzók egyre halványabban világítanak.

2. b) Izzók helyett dolgozzunk állandó értékű ellenállásokkal, és velük építsük meg a két új kapcsolást.



39. Két ellenállás soros kapcsolása



40. Három ellenállás soros kapcsolása

Készítsük el a párhuzamos kapcsolásnál használt táblázathoz hasonló táblázatot és a mérések során töltsük ki. Az áramot (ami minden ellenálláson megegyezik) és az egyes ellenállásokra jutó feszültséget minden esetben mérjük meg.

	1 db izzó	2 db izzó	3 db izzó
I(A)			
U _k (V)			
P(W)			
P _{összes} (W)			

(A konkrét mérési eredmények függenek az alkalmazott izzóktól, de a hatás kikövetkeztethető bármelyikből.)

Hogyan változik az egyes ellenállások teljesítménye az ellenállások számának függvényében?

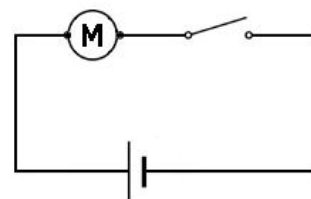
Ha a belső ellenállás kicsi, akkor az egyes ellenállásokon az I n-ed részére csökken, ezért $P = I^2 \cdot R$ miatt n^2 -tel fordítottan arányos.

Hogyan változik az ellenállások összteljesítménye az ellenállások számának függvényében?

Mivel $P_{össz} = n \cdot P$, ezért n-nel fordítottan arányos.

3. Villanymotor teljesítménye

3. a) Kapcsoljunk egy villanymotorra feszültséget.



41. Villanymotor

Mérjük meg a rajta átfolyó áramot és a rákapcsolt feszültséget. A műszereket bekapcsolva hagyva a motor forgástengelyét megfogva próbáljuk kissé fékezni a motor forgását.

Mit mutatnak a műszerek?

Magyarázzuk meg a jelenséget!

A motor fékezésére az áramerősség megnő, a feszültség lényegében változatlan.

3. b) A fentiek értelmében magyarázzuk meg, hogy miért hevülnek fel a túlterhelt villanymotor vezetékai?

A villanymotor munkavégzés közben energiát ad le. Ezt az energiát az elektromos hálózathoz veszi fel. Mivel $P_{motor} = I^2 \cdot R_{motor}$, ezért az áramerősség növelésével kell járnia a teljesítménynövekedésnek. Ekkor viszont a motorban lévő vezetékerekre: $P_{vezeték} = I^2 \cdot R_{vezeték}$, ezért a vezetékerek is nagyobb energiát vesznek fel, ami melegíti őket.

3. c) Ha meglazulnak egy villanykapcsoló vezetékai, ott az elhanyagolhatóan kicsi elektromos ellenállás (a keresztmetszet csökkenése miatt) megnövekszik. Miért füstölnek, hevülnek fel itt a kapcsolók?

A $P_{vezeték} = I^2 \cdot R_{vezeték}$ miatt, ha R valamelyest megnő, akkor még I nem csökken számottevően, ezért P is megnő.

4. Az elektromos munka

4. a) Valaki bekapcsolva felejtett éjszakára egy 230 V-os feszültségre készült 60 W-os, hagyományos izzólámpát. Mennyi energiát használ el az elektromos hálózathoz a 8 órás éjszakai üzemelés alatt?

$W = P \cdot t = 60 \text{ W} \cdot 8 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 1728000 \text{ J}$.

Mennyibe kerül ez, ha 1 kWh elektromos energia ára (minden költséget beszámítva) átlagosan 38 Ft.

$1728000 \text{ J} = 1728000 \text{ Ws} = 1728 \text{ kWs} = 0,48 \text{ kWh}$.

Ára: $0,48 \text{ kWh} \cdot 38 \text{ Ft/kWh} = 18,24 \text{ Ft}$.

4. b) Az autó 12 V-os akkumulátorára azt írták, hogy 55 Ah.

Mi ennek a szemléletes jelentése?

A benne tárolt energia pl. 1A-es áram esetén 55 óra alatt fogy ki.

Számítsuk ki, hogy –elméletben– hány Joule energiát tárol az akkumulátor?

Mennyi energiát használ el az akkumulátorból az autó 4 db 21 W-os izzólámpája, ha bekapcsolva felejtettük 3 órára?

$55 \text{ Ah} = 1 \text{ A} \cdot 55 \text{ h} = 1 \cdot 55 \cdot 60 \cdot 60 \text{ As} = 198 \text{ kJ}$.

$W = P \cdot t = 4 \cdot 21 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 60 \text{ Ws} = 907,2 \text{ kJ}$. (Az akkumulátor teljesen lemerülhet, bár az áramerősség idővel csökken.)

Értékelés a tanuló füzetében levő válaszok alapján.

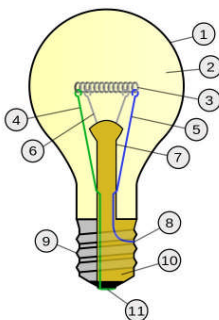
1.9. Az áram hő- kémiai (vegyi) és mágneses hatása

A foglalkozás célja: a háromféle hatás bemutatása	
A foglalkozás jellege: új ismeret szerzése	
Módszerek és tevékenységek: önálló kísérletezés, tanári magyarázat	
Fogalmak: hőhatás, mágneses hatás, kémiai hatás	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	20 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélés	10 perc

Először az áram **hőhatás**át vizsgáljuk.

1. Az izzólámpa működésének vizsgálata

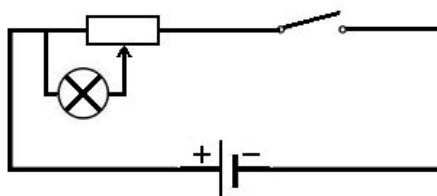
1. a)



42. Izzólámpa

(Forrás: <http://hu.wikipedia.org/wiki/Izzólámpa>)

Készítsük el a 43. ábra kapcsolását.



43. Potenciométeres kapcsolás

Milyen feltételnek kell teljesülnie ahhoz, hogy az izzó folyamatosan izzon?

Az izzószálnak folyamatosan magas hőmérsékletűnek kell lennie. Ez akkor következik be, ha a hálózatból fölvevett energia pótolja a kisugárzott energiát.

1. b) Miért többszörös spirálba feltekerve készítik az izzószálat?

Az energia-leadást csökkenti a többszörös spirál, így magasabb hőmérséklet állandósul működés közben.

1. c) A hagyományos izzó lényege tulajdonképpen egy fém vezeték. De fém vezetéken jut el az energiát az izzólámpához. Mindkét vezetéken ugyanakkora áram folyik.

Miért nem izzik az izzóhoz vezető vezeték?

Mivel az izzószál ellenállása nagyobb, mint a vezetéké és $P = I^2 \cdot R$, ezért ugyanaz az áram nagyobb ellenálláson több energiát vesz fel, magasabb lesz a hőmérséklete.

2. Merülőforraló vizsgálata

. Vizsgáljuk meg egy 24 V-os feszültségre készített merülőforraló működését!



44. A 230 V-os csatlakozás



45. A 24 V-os csatlakozás

2. a) Öntsünk főzőpohárba kb. 3 dl vizet, engedjük bele a merülőforralót és 2-3 percre kapcsoljuk be. Ezzel felmelegítettük a forralót üzemi hőmérsékletére.

Miért kellett előmelegíteni az *ellenállásmérés* előtt?

A merülőforraló ellenállása – az izzóhoz hasonlóan- magasabb hőmérsékleten nagyobb.

Most kapcsoljuk ki a merülőforralót (de maradjon a vízfürdőben), és mérjük meg ellenállását a multiméter ellenállásmérő funkciója segítségével.

$$R_{\text{forraló}} = \dots \Omega$$

Kb. 15-20 Ω

Mérjük meg a merülőforralóra kapcsolt feszültséget (20 V-30 V közötti feszültséget várhatunk, ezért a méréshatárt a DCV 200-as méréshatárra állítsuk.)

$$U_{\text{forraló}} = \dots V$$

Kb. 20-24 V.

Ismerve a merülőforralóra kapcsolt feszültséget és üzemi ellenállását, számítsuk ki a teljesítményét. (Használjuk fel a már ismert képleteket: $P = U \cdot I$, illetve $U = I \cdot R$.)

A merülőforraló teljesítménye:

$$P_{\text{forraló}} = \dots\dots \text{ W.}$$

(Kb. 30-35 W.)

Tegyük a hőmérőt a főzőpohárban levő vízbe (ügyeljünk, hogy a forraló ne érjen hozzá a hőmérőhöz) és mérjük meg a víz hőmérsékletét.

$$T_1 = \dots\dots ^\circ\text{C.}$$

Kapcsoljuk be a merülőforralót és mérjük meg, hogy mennyi idő alatt melegíti fel a vizet 10°C -kal.

$$t = \dots\dots \text{ s (sec).}$$

Hasonló ütemű melegedést feltételezve számítsuk ki, hogy kb. mennyi idő múlva éri el a főzőpohárban levő víz újabb 25°C -os hőmérsékletemelést. (Az egyenletesebb melegedés miatt az üveg hőmérővel óvatosan keverjük a vizet.)

$$\Delta t_{\text{számított}} = \dots\dots \text{ s.}$$

Méréssel ellenőrizzük ezt a becslést.

$$\Delta t_{\text{mért}} = \dots\dots \text{ s.}$$

Egyenes arányosság alapján számolható.

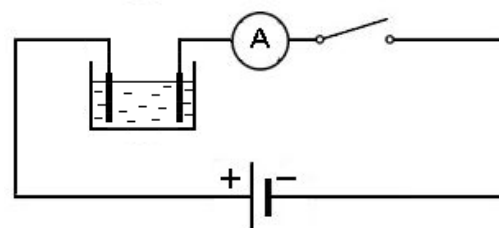
Mi lehet az eltérés oka?

A melegedő víz nem zárt rendszer, a környezeténél magasabb hőmérsékletű, ezért hőt ad le.

Most az elektromos áram **kémiai (vegyszeri) hatását** vizsgáljuk meg.

1. Ionvezetés

1. a) Merítsünk be egy főzőpohárba töltött vízbe két szénrudat (a lehető legtávolabb egymástól) és kössük rá kb. 4 V feszültséget. Kapcsoljunk az áramkörbe áramerősség-mérőt is.



46. Ionvezetés

Látunk-e valami változást a vízben (ha igen, mit)?

Az elektródák környékén lassan buborék képződik.

Mekkora áramot mér a műszer?

$$I_{11} = \dots\dots \text{ A .}$$

U = 12 V esetén kb. **0,3 A**

Közelítsük egymáshoz kb 1 cm-re a két szénrudat.

Látunk-e változást (ha igen, mit)?

A pezsgés felerősödik.

Mekkora áramot jelez most a műszer?

$$I_{12} = \dots\dots \text{ A.}$$

Kb. 0,5 A.

Mérjük meg a feszültséget (ezt menet közben nem változtattuk).

$$U = \dots\dots \text{ V.}$$

Kb. 12 V

Számítsuk ki mindkét esetre a folyadék ellenállását

$$\text{Kb. } R_{11} = 40 \Omega$$

$$R_{12} = 24 \Omega$$

1. b) Szórjunk a vízbe egy-két kávéskanálnyi konyhasót és ismételjük meg az előző méréseket. (A feszültség változatlan.)

$$\text{kb. } I_{21} = 0,6 \text{ A .}$$

$$I_{22} = 0,9 \text{ A .}$$

$$R_{11} = 20 \Omega$$

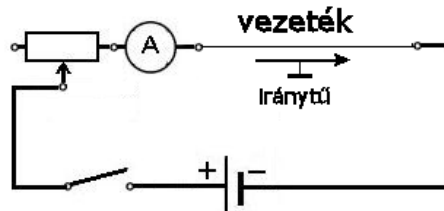
$$R_{12} = 13 \Omega$$

Látni-e változást a szénrudak körül az előző sorozathoz képest (ha igen, mit)?

A pezsgés mindkét esetben felerősödött. Ezek szerint nem csak fémekben folyhat áram.

Vizsgáljuk meg az elektromos áram **mágneses hatását**

1. a) Tegyük le az asztalra egy iránytűt, vele párhuzamosan tartsunk fölé egy vezetőket, majd –rövid időre - kapcsoljunk áramot a vezetékre egy potenciométer sorba kapcsolásával



47. Oersted kísérlete

Mit tapasztalunk?

Az iránytű elfordult.

Mivel az iránytűhöz semmilyen *test* nem ért hozzá, ezért mi okozta ezt?

Valamilyen mező/tér.

1. b) Ismételjük meg az előző kísérletet úgy, hogy a potenciométer csúszkáját úgy mozgassuk el, hogy ellenállásának kb. negyede legyen bekapcsolva.

Mit tapasztalunk?

Az iránytű jobban elfordult.

Mire következtethetünk ebből?

Mivel az iránytűt a Föld mágneses mezője forgatja el, ezért az áramjárta vezeték körül mágneses mező kialakulására következtethetünk.

Az erősebb áram erősebb mezőt hoz létre.

Értékelés: a tanuló munkafüzete alapján.

1.10. Permanens mágnesek; a mágneses mező

A foglalkozás célja: a mágneses mező megismerése	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: önálló tanulói kísérletezés, tanári magyarázat	
Fogalmak: mágneses mező, permanens mágnes, az indukcióvonal és az indukcióvektor fogalmának előkészítése	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	20 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

1. Mágneses alapjelenségek állandó (permanens) mágnesekkel

1. a) Közelítsünk egy mágnesrúd egyik végével egy iránytűnek az észak felé mutató végéhez.

Mit tapasztalunk? Mire következtethetünk ebből?

Az iránytű elfordul. Egy újabb mezőnek kell jelen lennie.

Most a mágnesrúd ugyanezen végével az iránytű dél felé mutató végéhez.

Mit tapasztalunk?

Az iránytű a másik irányba elfordul.

Most fordítsuk meg a mágnesrudat és ismételjük meg a két kísérletet.

Mit tapasztalunk?

Töltsünk egy kis tálba vizet. Mágnesezzünk fel egy borotvapengét, és óvatosan helyezzük az edény közepén a víz tetejére úgy, hogy ne süllyedjen le.

Mit tapasztalunk?

Mindkét elfordulás az előzőhöz képest fordított.

Elindul-e a borotva penge észak, dél vagy bármilyen irányban?

Nem indul el.

Elfordul-e valamilyen irányban?

Igen, É-D irányba áll be.

Miért fordul el az iránytű (akár az előző, tengelyen forgó, akár a mostani, víz tetején úszó)?

A Föld mágneses mezőjének hatására.

Mi a mágneses mező alapvető hatása: erőkifejtés vagy forgatónyomaték kifejtése?

Forgatónyomaték.

1. b)

Mágnesezzük fel a kiadott mágnessel az acél huzalt (pl. kerékpár küllőt).
Hogyan lehet ellenőrizni, hogy mágnesessé vált?

Hatással van-e nem mágneses acél tárgyra.

1. c) Most vizsgáljuk meg, hogy mindenhol egyenletesen erős mágnes lett-e a felmágnesezett pálcá. Ezt a vizsgálatot vasreszeléssel/vasporral tehetjük meg. Mivel azonban ha a mágnes magához vonzza a vasport, elég nehéz róla eltávolítani, ezért a vasport kémcsőbe tettük. Fogjuk a felmágnesezett pálcát a kémcső felső részéhez (vele párhuzamosan) és kicsit rázogassuk meg őket együtt, majd vegyük szemügyre.

Rajzoljuk le, hogy hogyan rendeződnek el a vaspor szemcséi?

„Vese” alakú vonalak vannak a rajzon.

Egyenletesen mágnesezett-e a pálcá? Miből következtethetünk erre?

Nem, a pálcá közepéhez nem tapadnak vasreszelék szemcsék.

1. d) Most csípőfogóval vágjuk félbe a felmágnesezett huzalt. Mindkét darabbal ismételjük meg a vasreszelékes kísérletet.

Rajzoljuk fel egymás mellé a két rajzot. Ügyeljünk, hogy ne cseréljük fel a pólusokat, így az iránytűvel a pólusok fajtáját is ellenőrizzük le. Írjuk oda a rajzra a pólusok nevének kezdőbetűjét.

Az előzőhöz hasonló rajzok. A vágás helyén ellentétes pólusok keletkeztek.

Ha elég erősen mágnesztük be a pálcát, akkor egy újabb félbevágás után ismét megnézhetjük, hogy ugyanaz a jelenség ismétlődik-e megint?

Igen.

Lehet, vagy nem lehet darabolással egypólusú mágnes létrehozni?

Nem lehet.

1. e) Az egyik darabka pálcát ismét mágnesezzük fel, a mágnesezettséget ellenőrizzük iránytűvel! Fogjuk meg csipesszel a pálcát és izzítsuk fel gyertya lángjába tartva. Miután kihűlt (vízzel gyorsíthatjuk a lehűlést), ismét ellenőrizzük mágnesezettségét úgy, hogy mindkét végét közelítsük az iránytű pl. északi

pólusához. Ha a pálca mindkét vége vonzza az északi pólust, akkor elveszítette mágnesezettségét.

Mit tapasztaltunk? Mire következtethetünk ebből?

A pálca elveszítette a mágnesezettségét. Az izzítás megszünteti a mágnesezettséget.

2. A mágneses mező szerkezete

2. a) Rúdmágnes fölé tegyünk műanyag fóliát (írásvetítő fóliát) és kb. 30 cm magasságból lazán, lehetőleg egyenletesen szórjunk a lapra vasport. (Ha a vasport nem rajzol ki szabályos vonalakat, oldalról a fóliát gyengéden ütögessük meg, hogy a fólia a tapadási erő helyett a nála kisebb súrlódási erővel hasson a vasporra.)

Vázoljuk fel a mágnesrúd helyzetét és a kialakuló ábrát!

„Vese” alakú vonalak vannak a rajzon.

2. b) Öntsük a tálcára a vasport a fóliáról és ismételjük meg a kísérletet az asztalra letett kisebb mágnes darabkák tetszőleges elrendezésével. Mielőtt letesszük a mágneseket, az iránytű segítségével ellenőrizzük a pólusaikat. Vázoljuk fel a mágnes darabkák helyzetét és a kialakuló ábrát! Tüntessük fel az ábrán a mágnes pólusainak nevét.

Az elrendezésnek megfelelő vonalrendszer.

2. c) Változtassunk a mágnesek elrendezésén úgy, hogy amennyire csak tudjuk, egymással párhuzamos, egyenes vonalak alakuljanak ki a vasporból.

Most is vázoljuk fel a mágnes darabkák helyzetét és a kialakuló ábrát! Tüntessük fel az ábrán a mágnes pólusainak nevét.

Az elrendezésnek megfelelő vonalrendszer.

3. A mágneses mező egyes pontjainak erősségét nem egyszerű megmérni, ezért ezt tanári demonstrációval nézhetjük meg.

Értékelés: a tanuló füzeté alapján a szokásos elvek szerint.

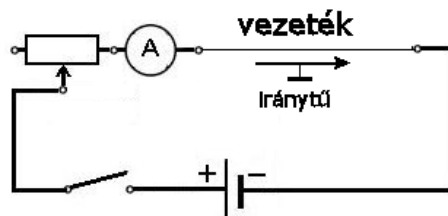
1.11. Az elektromágnes

A foglalkozás célja: a tekercs mágneses mezőjének tanulmányozása	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: önálló kísérletezés; tanári magyarázat	
Fogalmak: tekercs (szolenoid), permeabilitás	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	15 perc
a kísérlet összeállítása	20 perc
a kísérlet elvégzése	10 perc
adatrögzítés	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	10 perc

1. Áramhurok mágneses mezője

(Ezeknél a kísérleteknél a *megfigyelés után azonnal kapcsoljuk ki az áramot!*)

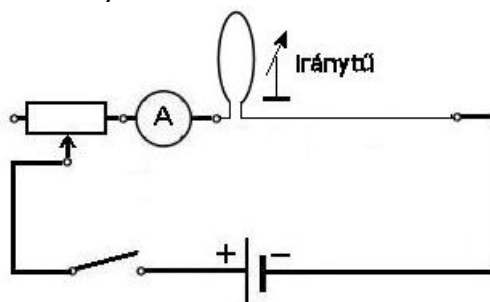
1. a) Végezzük el a 48. ábra kísérletét.



48. Oersted kísérlete

1. b)

Merev, szigetelt huzallal tekerjünk egyszer körül egy műanyag csődarabot, majd a csövet húzzuk ki. Helyezzünk el a hurok tengelyében a hurkon kívül egy iránytűt és a tekercset mozgassuk el úgy, hogy az iránytű tengelyére merőlegesen álljon. Potenciométeres kapcsolással RÖVID időre kapcsoljuk a hurokra a feszültséget. (49. ábra) Az áramerősség legyen 1 A. Kapcsoljuk be, majd ki az áramkört néhányszor.



49. Áramhurok mezője

Mit tapasztalunk?

Az iránytű elfordul.

1. c) Csökkentsük, majd óvatosan növeljük vissza 1 A-re az áramerősséget. Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

Az áram növelésére erősebb, csökkentésére gyengébb az elfordulás.

1. d) A feszültségforrás csatlakozásainak felcserélésével változtassuk meg az áramirányt. Kapcsoljuk be, majd ki az áramkört néhányszor.

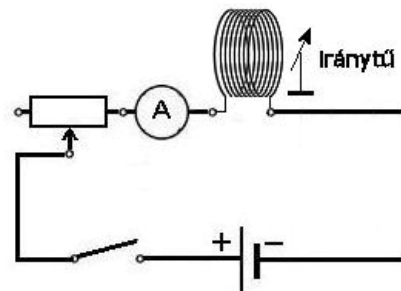
Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

Az iránytű az ellenkező irányba fordul el.

Az áram irányának megfordításával a \vec{B} ellenkező irányúvá válik.

2. Tekercs mágneses mezője

2. a) Tekerjük a csőre a vezeték többi részét is úgy, hogy többmenetes hurkot alakítsunk ki. (50. ábra)



50. Tekercs mezője

Rövid időre kapcsoljuk a tekercsre a feszültséget. A potenciométerrel állítsuk vissza az 1 A-es áramerősséget. Kapcsoljuk be, majd ki az áramkört néhányszor. Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

Az iránytű erősebben elfordul.

2. b) Csökkentsük, majd növeljük az áramerősséget.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

Az áram növelésére erősebb, csökkentésére gyengébb az elfordulás.

2. c) Toljunk a tekercsbe fémből készült rudat, csövet. Kapcsoljuk be, majd ki az áramkört néhányszor.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

Az iránytű még erősebben elfordul.

2. d) A feszültségforrás csatlakozásainak felcserélésével változtassuk meg az áramirányt. Kapcsoljuk be, majd ki az áramkört néhányszor.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

Az iránytű az ellenkező irányba fordul el.

Az áram irányának megfordításával a \vec{B} ellenkező irányúvá válik.

Értékelés: a mérési eredmények, válaszok alapján.

1.12. A villanymotor

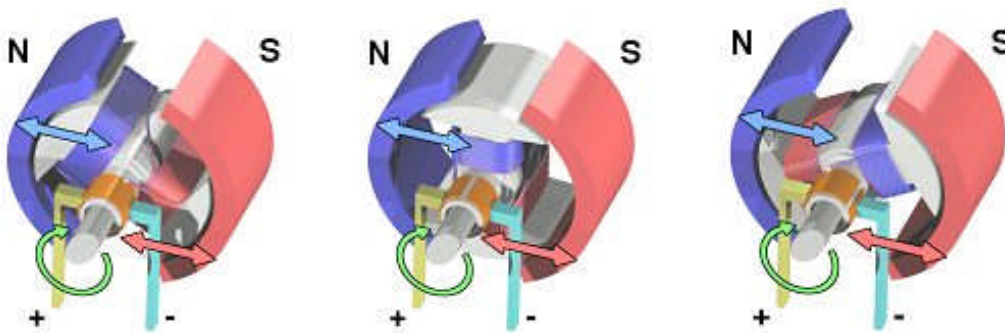
A foglalkozás célja: a villanymotor működésének megértése	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: mérőpárban történő tanulói kísérletezés, közös megbeszélés	
Fogalmak: villanymotor/elektromotor	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	5 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	15 perc
a kísérlet összeállítása	35 perc
a kísérlet elvégzése	10 perc
adatrögzítés	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	5 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

1. Mozgásba hozzuk a mágneset

1. a) Egy kis iránytűt –némi ügyeskedéssel- forgómozgásra lehet készíteni egy ügyesen mozgatott mágnes segítségével. Próbáljuk ki, hogy ez nekünk sikerül-e?

1. b)

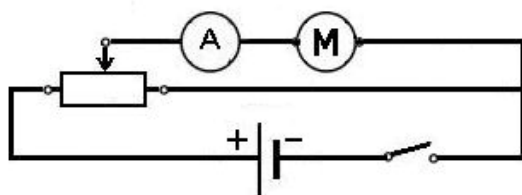
Az 51. ábra a sokféle villanymotor egyikét mutatja.



51. A villanymotor működési elve
(Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/Egyenáramú_gép)

Tanulmányozzuk az ábrát és fejtsük meg a motor működését.

1. c) Állítsuk össze az 52. ábra áramkörét.



52. Villanymotor vizsgálata

A potenciométer segítségével csökkentjük, majd növeljük a motoron átfolyó áramot.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

A motor fordulatszáma a feszültség növelésével nő, csökkentésével csökken. A nagyobb áram erősebb mágneses mezője erősebb forgatónyomatéket fejt ki.

1. d) A feszültségforrás csatlakozásainak felcserélésével változtassuk meg az áramirányt. Bekapcsolás után a potenciométer segítségével csökkentjük, majd növeljük a motoron átfolyó áramot.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

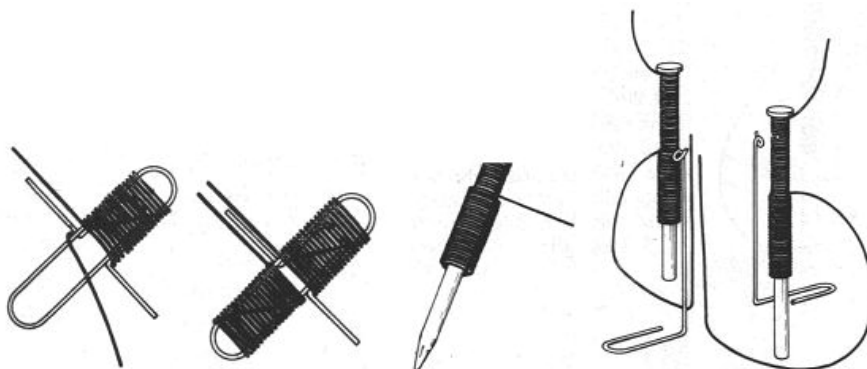
Az áramirány megváltoztatása megfordította a forgásirányt, de a fordulatszám áramtól való függés így is megmaradt.

2. Készítsünk villanymotort

Némi kezűgyességgel magunk is készíthetünk villanymotort.

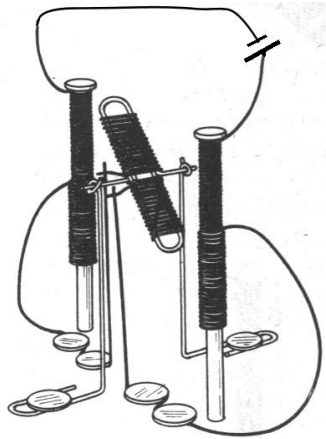
A villanymotor elkészítése során a tanulók többször kénytelenek átgondolni a működési elvet. Emellett a foglalkozásnak motivációs feladata is van. Érdemes a mérőpárokat úgy kialakítani, hogy a kevésbé ügyes tanulók ne kerüljenek egy párba. Mindenképpen érdemes egy mintapéldányt elkészíteni, amit a foglalkozás előtt működés közben – kivetítve- bemutatunk és később a tanulók bármikor megnézhetnek. Lehetőleg úgy készítsék el a diákok a motort, hogy –bemutatás után- el is vihessék munkájukat.

Az alábbi ábrák segítenek a leírás megértésében.



53. Villanymotor készítése

(Forrás: Fizikai kísérletek gyűjteménye 2. kötet 271-272. oldal.)



54. A kész motor

(Forrás: Fizikai kísérletek gyűjteménye 2. kötet 271-272. oldal.)

Hogyan lehet a forgás sebességét növelni, illetve csökkenteni?

A motorra kapcsolt feszültség növelésével nő az áram, így erősebbek lesznek az elektromágnesek. A nagyobb forgatónyomaték gyorsabban növeli a szögsebességet. A csökkentés az ellenkező hatást éri el.

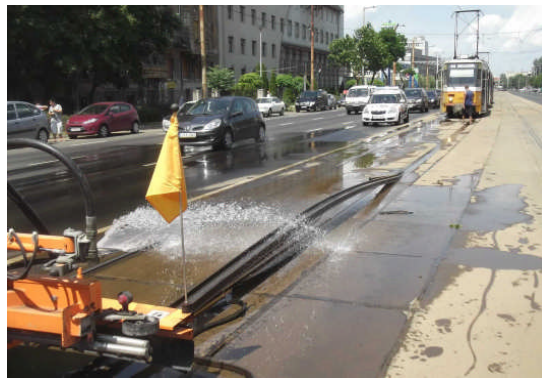
Értékelés: a munkafüzet és az elkészült villanymotor modell alapján.

2. Hőtan



2.1. Hőtágulás; hőmérők

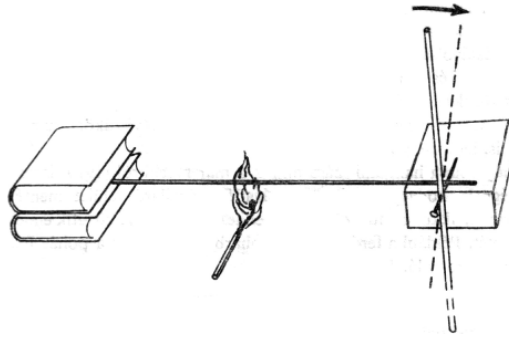
A foglalkozás célja: a hőtágulás jelenségének megértése	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: mérőpárban történő tanulói kísérletezés, közös megbeszélés	
Fogalmak: hőtágulás és törvénye	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	5 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	20 perc
a kísérlet összeállítása	30 perc
a kísérlet elvégzése	10 perc
adatrögzítés	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	5 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc



55. Villamos sín felpúpozódott a melegtől
(<http://users.atw.hu/kepekszoveggel/045sinpuposodas/2013-06-16hungaria87.htm>)

1. Szilárdtestek hőtágulása

1. a) Mutassuk ki a jelenséget az 56. ábrán látható eszközzel.



56. Fém pálcá hőtágulása

(Forrás: Öveges József Kísérletezzünk és gondolkodjunk, 174. old.)

Mit tapasztalunk?

A szívószálat miért a közepén kell átszúrni?

A melegítés hatására a szívószál (jobbra) elfordul.

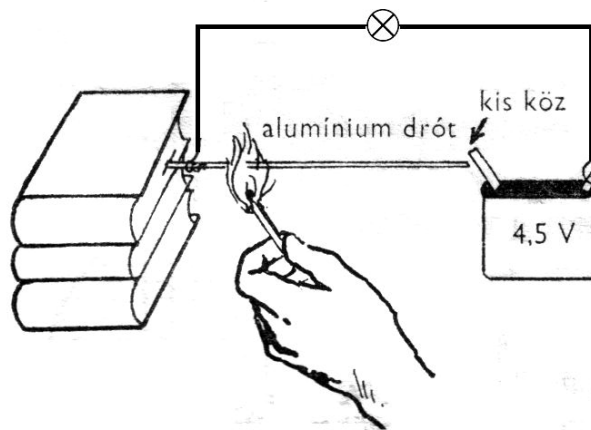
A szívószál közepén van a tömegközéppontja, így az elfordulást nem befolyásolja a gravitációs mező.

1. b) Melegítsük egy, kettő majd három különböző helyen egyszerre a fém pálcát.

Mit *tapasztalunk*, mire *következtetünk* ebből?

Minél több helyen melegítjük, a hosszúságnövekedés annál nagyobb. A melegített rész *hosszától* függ a megnyúlás.

1. c) Az elrendezést átalakíthatjuk „tűzjelző” modellé..



57. Tűzjelző modell

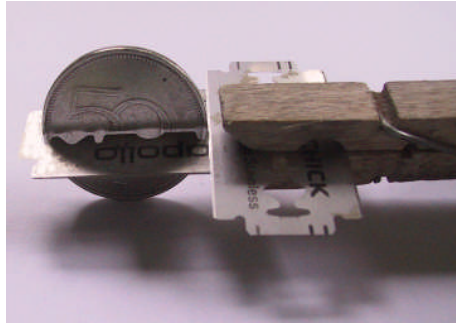
(Forrás: Öveges József: Kísérletezzünk és gondolkodjunk. 177. old.)

Mitől függ, hogy mennyi idő múlva jelez „tűzet” az izzólámpa?

A láng hőmérsékletétől és szélességétől, a pálcá anyagától, a rés szélességétől.

1. d) Egy másik kísérlettel is bemutatható a jelenség.

Az egyik penge középső nyílásába helyezzük be az érmét, és a másik pengét úgy rögzítjük rá keresztben, hogy az érme éppen csak átférjen. Megfogva az 50 Ft-os érmét melegítjük kb. egy percig. Ha megpróbáljuk átcsúsztatni a penge nyílásán, nem sikerül, mert az érme átmérője megnőtt.



58. Réshőtágulása

Mit tapasztalunk, ha most a pengét is fölmelegítjük az érmével együtt?

Az érme ismét átfér a résen.

2. Folyadékok hőtágulása

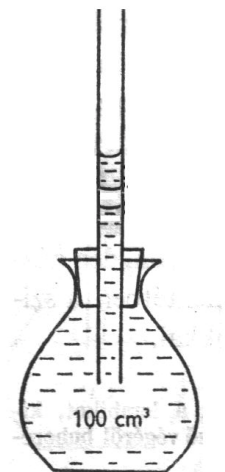
2. a) Tenyerünkkel melegítjük a modell tartályát.

Mit tapasztalunk?

A folyadék a csőben felemelkedik

Miért nem ezzel az eszközzel érdemes megmérni a testünk hőmérsékletét?

A sok folyadék felmelegedéséhez sok hőre és sok időre van szükség.



59. Folyadék hőtágulása 1.

2. b) Vizsgáljuk meg a folyadékok hőtágulását.

Egy kb. 100 cm³-es lombikot színültig töltünk meg szobahőmérsékletű petróleummal.

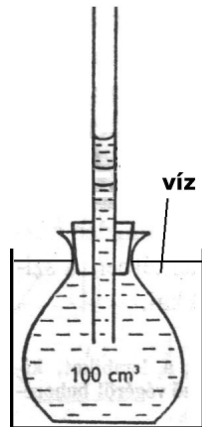
Olvassuk le a hőmérőről a levegő hőmérsékletét

$$T_1 = \dots \text{ °C}$$

Fogjuk a lombikot a tenyerünkbe és melegítsük.
Mit tapasztalunk?

A folyadék a csőben a jelzés fölé emelkedik.

2. c) Határozzuk meg a petróleum térfogati hőtágulási együtthatóját. Ehhez helyezzük a lombikot kb. 80 °C-os vizet tartalmazó főzőpohárba. Várjuk meg, míg a csőben a petróleum szintje már nem változik.



60. Folyadék hőtágulása 2.

Jelöljük meg az üvegcsövön az új folyadékszintet és olvassuk le a vízfürdő hőmérsékletét.

$T_2 = \dots \text{ °C}$, ebből a hőmérsékletváltozás: $\Delta T = T_2 - T_1 = \dots \text{ °C}$.

A cső belső átmérőjének ismeretében számítsuk ki a térfogat növekedését:

$$\Delta V = \dots \text{ cm}^3.$$

Öntsük ki mérőhengerbe a lombikból a petróleumot és mérjük meg a térfogatát.

$$V_1 = \dots \text{ cm}^3.$$

Ezekből kiszámítható a térfogati hőtágulási együttható.

T_1	T_2	ΔT	ΔV	V_1

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \cdot \Delta T} =$$

A kapott eredményt hasonlítsuk össze a függvénytáblázatban szereplő adattal.

Az irodalmi érték: $\beta \approx 10^{-3} \text{ 1/°C}$.

2. d) Mi okozhatta az eltérést?

A szükséges adatokat nem tudjuk nagy pontossággal megmérni.

2. e) Hogyan működik a Galilei hőmérő?

A folyadék hőtágulása miatt megváltozik a sűrűsége, ezért más-más golyó fog lebegni benne.

3. Gázok hőtágulása

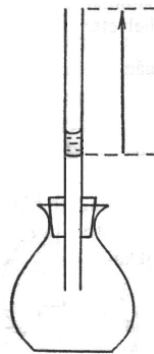
3. a) Egy kólásüveg száját vékonyan kenjük be olajjal és tegyük rá egy szintén vékonyan beolajozott pénzérmét. Tenyerünkkel körbefogva melegítsük az üveg oldalát.

Mit tapasztalunk, mire következtetünk ebből?

A pénzérme időről időre kissé megemelkedik, majd visszaesik.

A palackban megnőtt a nyomás, ez emeli meg az érmét. (Igazából itt először nem a térfogat növekedett meg, hanem a nyomás. A levegő távozásával beszélhetünk térfogat növekedésről.)

3. b) Mérjük meg a levegő hőtágulási együtthatóját.



61. Gáz hőtágulása

Ha a leírás alapján megmérjük az adatokat, akkor minden adat rendelkezésünkre áll a térfogati hőtágulási együttható kiszámításához:

T_1	T_2	ΔT	ΔV	V_1

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \cdot \Delta T} =$$

A mérési eredmények erősen függenek a konkrét eszközöktől, anyagoktól. Az irodalmi értékre itt se számítsunk. ($\beta \approx 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$)

Értékelés: a mérési jegyzőkönyv alapján.

2.2. A Boyle-Mariotte törvény vizsgálata

A foglalkozás célja: az izotermikus folyamat vizsgálata	
A foglalkozás jellege: új anyag feldolgozása	
Módszerek és tevékenységek: tanári magyarázat; önálló/mérőpárban történő kísérletezés; közös következtetés	
Fogalmak törvények: az izotermikus folyamat definíciója, a Boyle-Mariotte törvény	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	6 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	10 perc
a kísérlet elvégzése	21 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	10 perc

1. A Boyle-Mariotte törvényből származó függvény menetének ellenőrzése.

Először csak annyit vizsgáljunk meg, hogy a térfogat csökkentése a nyomás növelésével jár.

1. a) Egy üveg palackba toljunk bele egy jól illeszkedő, de nem túl szoros műanyag vagy parafa dugót, melyet előtte kissé beolajoztunk. Figyeljük meg, hogy kb. mekkora erőt kell ehhez kifejtenünk. Most töltsünk meg majdnem teljesen tele vízzel, csak kb. 5 cm szabad rész maradjon a folyadék fölött. Kísérreljük meg benyomni a dugót.

Melyik esetben volt nehezebb betolni a dugót? Miért? (A magyarázatban térjünk ki arra, hogy hogyan lesz az általunk kifejtett erőből a törvényben szereplő nyomás.)

Ha az üveg majdnem tele volt, nehezebb volt betolni a dugót, mert a kevesebb levegő jóval nagyobb arányú térfogatcsökkenése jóval nagyobb arányú nyomásnövelést igényel, amihez nagyobb erő kell.

1 b) Vegyünk elő egy fecskendő, húzzuk ki a dugattyúját. A nyitott, elkeskenyedő végét szorítsuk rá egy gumilapra (radírgumira) és toljuk be a dugattyút. Ügyeljünk, hogy levegő ne távozhasson a fecskendőből. Mit tapasztalunk az általunk kifejtett erőről, ahogyan a dugattyú egyre beljebb halad?

Magyarázzuk meg, hogy miért? (A magyarázatban ismét térjünk ki arra, hogy hogyan lesz az általunk kifejtett erőből a törvényben szereplő nyomás.)

Egyre nagyobb erővel lehet a dugattyút beljebb tolni. A térfogat csökkentése a nyomás növekedését eredményezi, ezt kell egyre nagyobb erővel legyőzni.

1. c) Mérjük meg a fecskendő alábbi adatait és a légnyomást. Ezek ismeretében számítsuk ki, hogy –a sűrűdés hatását nem tekintve- mekkora erővel lehet a fecskendőben lévő gázt a 3/4 részére, felére, 1/4 részére összenyomni?

Töltsük ki az alábbi táblázatot! (r a dugattyú sugara, $A=r^2\pi$ a dugattyú keresztmetszete.) Ne feledkezzünk meg arról, hogy a kinti levegő nyomása révén segíti az erőkifejtésünket.

Egy lehetséges eredmény:

r	A	p_0	$p_{3/4}$	$F_{3/4}$	$p_{1/2}$	$F_{1/2}$	$p_{1/4}$	$F_{1/4}$
1 cm	3,14 cm²	10⁵Pa	0,33·10⁵	0,1 N	10⁵	0,3 N	3·10⁵	0,9 N

1. d) Egy ép szélű üvegpohárba öntsünk kézmeleg vizet, max. fél cm maradjon üresen. Tegyük a tetejére száraz szívópapírt úgy, hogy ne érjen bele a vízbe. Szorítsunk a papírra egy sima üveglapot, és óvatosan fordítsuk meg az egészet a tálca fölött, majd tegyük le a tálcára. Várjunk egy keveset, amíg a víz kiszív valamennyi vizet a pohárból. Ha már nem csökken a víz szintje tovább a pohár tetején, óvatosan próbáljuk felemelni a poharat, de az üveglapot ne fogjuk.

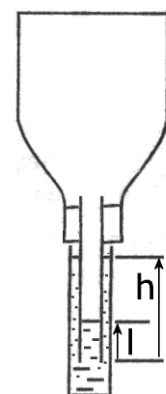
Magyarázzuk meg a jelenséget. (A magyarázatban a figyelmünket a víz fölötti levegőre irányítsuk.)

A pohár faláról lefolyik a víz a papírra, majd kiszivárog. Ezáltal nő a bent levő levegő térfogata, így a kinti légnyomás alá csökken a nyomása. A kinti levegő rászorítja a poharat az üveglapra.

2. A Boyle-Mariotte törvény ellenőrzése méréssel.

Egy nagyméretű üveg vagy műanyag flakon tetejébe légmentesen beragasztottunk egy vékony üvegcsövet, ami kb. 20-25 cm-re kiáll a dugóból (62. ábra). A cső felső végétől a flakon szája felé haladva cm skálát ragasztottunk. A flakonban levő levegőt fogjuk megvizsgálni.

$l = \dots \text{ cm}$



62. Gáz tágulása

Először határozzuk meg a flakonban és a csőben levő levegő együttes térfogatát, mely a vizsgált levegő kiinduló térfogata lesz. A flakon térfogatát (V') –a cső nélkül- előzőleg lemértük és ráírtuk a flakonra.

Mérjük le a kiálló cső hosszát $l_{cs} = \dots\dots\dots$ cm.

Mérjük le a cső belső átmérőjét és számítsuk ki a keresztmetszetét.

$$d = \dots\dots \text{ cm}, \quad A = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi = \dots\dots \text{ cm}^2$$

Ezekből a cső térfogata: $V_{cs1} = A \cdot l_{cs} = \dots\dots \text{ cm}^3$.

Helyettesítsünk be az iménti képletbe: $V_1 = V' + V_{cs1}$

A benne levő levegő nyomása megegyezik a terem levegőjének nyomásával, melyet olvassunk le. $p_0 = \dots\dots$ Pa

Szájával lefelé nyomjuk víz alá a csövet kb. 20 cm hosszan (h). A víz kicsit behatolt a csőbe, ezzel a térfogatát csökkentette, a nyomását növelte.

Az új térfogat : $V_2 = V_1 - V_{v\acute{z}}$.

Olvassuk le, hogy hány cm-re hatolt be a víz a flakonba.

Ebből $V_{v\acute{z}} = A \cdot l = \dots\dots \text{ cm}^3$.

Behelyettesítve: $V_2 = V_1 - V_{v\acute{z}} = \dots\dots \text{ cm}^3$

Az új nyomás azért lesz nagyobb, mint a kinti légnyomás, mert a víz hidrosztatikai nyomása megnövelte. $p_2 = p_0 + p_{v\acute{z}}$.

$P_{v\acute{z}} = h \cdot \rho \cdot g$, ahol ρ a víz sűrűsége: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. h -t most méterben helyettesítsük be, hogy a nyomást Pa-ban kapjuk.

Így behelyettesítve: $P_{v\acute{z}} = h \cdot \rho \cdot g = \dots\dots$ Pa.

Az új nyomás: $p_2 = p_0 + p_{v\acute{z}} = \dots\dots$ Pa

Nem maradt más hátra, mint ellenőrizni, hogy mennyire teljesül Boyle-Mariotte törvénye.

$p_1 (= p_0)$	V_1	$p_1 \cdot V_1$
P_2	V_2	$P_2 \cdot V_2$

A két szorzat nem egyezik meg (ezt előre lehetett sejteni). Számítsuk ki mennyire volt pontos a mérésünk. Tekintsük a szorzat pontos értékének a két

szorzat számtani közepét. Nézzük meg, ez hány százaléka a nagyobbik szorzatnak. Ez a százalékláb jellemzi a mérés pontosságát.

A mérés -elég nagy hibával- ellenőrzi a vizsgált törvényt. Ennek oka, hogy a nyomást nem tudjuk elég pontosan mérni.

3. A törvény ellenőrzése Melde csővel

Az előzőnél pontosabban lehet mérni a Melde csővel.

Mivel azonban a higany gőze mérgező, ezért a kísérletet a diákok nem végezhetik el. Az adatokat filmről, vagy tanári demonstrációból kaphatjuk meg.

A mérés megkezdésekor meghatározzuk a külső légnyomást és a higanyszál súlyából származó nyomást.

$$p_0 = \dots \text{ Pa,}$$

$$p_{\text{Hg}} = h_{\text{Hg}} \cdot \rho_{\text{Hg}} \cdot g = \dots \text{ m} \cdot 13546 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = \dots \text{ Pa.}$$

- A cső három helyzete:
1. a cső vízszintes
 2. a cső függőleges, a nyitott vége felül
 3. a cső függőleges, a nyitott vége alul

A film/tanári demonstráció alapján töltsük ki az alábbi táblázatot:

A cső helyzete	A higanyszállal bezárt levegő		p·V
	nyomása	térfogata	
1.	$P_1 = p_0 =$	$V_1 = l_1 \cdot A =$	
2.	$P_2 = p_0 + p_{\text{Hg}} =$	$V_2 = l_2 \cdot A =$	
3.	$P_3 = p_0 - p_{\text{Hg}} =$	$V_3 = l_3 \cdot A =$	

Ellenőrizzük az előző feladat végén levő módszerrel, hogy mennyire volt pontos ez a mérés.

Az előzőnél pontosabb eredményt kapunk. Ha filmről nézzük meg a kísérletet, az adatokat előzőleg kiírhatjuk.

4. A törvény ellenőrzése nyomá szenzor segítségével

A mérés száma:	p	V	P · V
1.			
2.			
3.			

Ellenőrizzük az ismert módszerrel, hogy mennyire volt pontos ez a mérés.

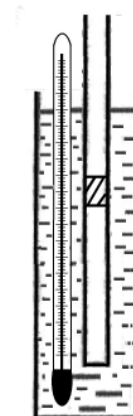
Ez a mérés adja a legpontosabb eredményt.

Értékelés: a tanuló jegyzőkönyve alapján.

2.3. Gay-Lussac 1. törvényének vizsgálata

A foglalkozás célja: az izobár folyamat vizsgálata	
A foglalkozás jellege: gyakorló óra	
Módszerek és tevékenységek: önálló/mérőpárban történő kísérletezés; önálló következtetés	
Fogalmak, törvények: izobár folyamat definíciója; Gay-Lussac 1. törvénye	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	6 perc
a feladat ismertetése	8 perc
munka és balesetvédelem	5 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	16 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélés	10 perc

1. A vizsgált gázt egy vékony csőbe fogjuk bezárni egy kicsi olajcsepp segítségével. A csepp biztosítja az állandó gázmennyiséget és az állandó (a kintivel megegyező) nyomást.



63. Gay-Lussac 1. törvénye

A cső keresztmetszetének ismeretében a térfogatot a hosszúság lemérése után ki tudjuk számolni. A csövet vízfürdőbe téve lassan melegítjük. Amikor a folyadékcsepp már nem mozog tovább, a csőben levő levegő átvette a környezetének a hőmérsékletét. Ekkor leolvassuk a vízfürdőben levő hőmérőn a hőmérsékletet. Kb. 20°C és 80°C között négyszer mérjük. Töltsük ki az alábbi táblázatot.

	1.	2.	3.	4.
T(°C)				
T(K)				
l (cm)				
V (cm ³)				

V/T				
-----	--	--	--	--

(A konkrét mérési eredmények függenek a felhasznált eszközöktől.)

1. b) Mennyire volt pontos a mérésünk?

Ábrázoljuk a V – T grafikont. Ha pontos lenne a mérésünk, a négy pont egy origón átmenő egyenesre illeszkedne. Húzzuk meg azt az egyenest, amelyik a legjobban illeszkedik a négy pontra.

Elegendő szemmértékkel behúzni a legjobban illeszkedő egyenest, nem kell számolással pontosabbá tenni a grafikont. De felhívhatjuk a figyelmet arra, hogy van matematikai módszere a legjobban illeszkedő egyenes megrajzolásának.

2. „Gázhőmérő” készítése

2. a) A grafikonunk alapján le tudjuk olvasni, hogy a cső aljától számítva hol lenne a benne levő csepp (alsó széle) különböző hőmérsékleteken. Így hőmérsékleti skálát tudunk készíteni hozzá. Rajzoljuk le –méretarányosan- a hőmérőnk skáláját. Tüntessük fel rajta a hőmérsékletértékeket 10°C-onként. (Számolásnál természetesen Kelvinben kell dolgozni, de helyette már írhatjuk a számokat °C-ra átváltva.)

Írjuk le, hogy milyen hosszú a skálán 10°C-os hőmérsékletemelkedés.

(Az eredmény függ a konkrét eszköztől.)

2. b) A gázhőmérőnek inkább elvi jelentősége van, mert használata eléggé nehézkes lenne.

Miért nem érdemes a gyakorlatban gázhőmérőt készíteni? Soroljunk fel legalább három érvet a gázhőmérő alkalmazása *ellen*.

PI. A nagy térfogat illetve a vastag fal nehezen veszi át a környezet hőmérsékletét; az eszköz szállítása nehézkes, mert az olajdugó kiengedheti a gázt; a dugó helyzete függ a kinti légnyomástól is.

Értékelés: a tanuló füzetében levő eredmények, válaszok alapján.

2.4. Gay-Lussac 2. törvényének vizsgálata; az egyesített gáztörvény

A foglalkozás célja: az izokor és az összetett folyamat vizsgálata	
A foglalkozás jellege: gyakorló óra	
Módszerek és tevékenységek: önálló/mérőpárban történő kísérletezés; önálló következtetés	
Fogalmak: az izokor folyamat definíciója és törvénye, az összetett folyamat törvénye	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	6 perc
a feladat ismertetése	8 perc
munka és balesetvédelem	5 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	16 perc
a kísérlet elvégzése	15 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélés	10 perc

1. Gay-Lussac 2. törvénye

1. a)

A fagyasztó ajtaját kinyitjuk, kiveszünk belőle valamit és visszacsukjuk. Pár perc múlva ismét szeretnénk kinyitni, de ez nehezen megy, szinte rátapad az ajtó a fagyasztóra.

Mi a magyarázata a jelenségnek?

Az első ajtónyitáskor a hűtött térbe beáramló levegő szobahőmérsékletű, de pár perc alatt lehűl. Mivel térfogata és –jó szigetelés esetén– mennyisége állandó, ezért nyomása lecsökken. A kinti nagyobb nyomás pedig rászorítja az ajtót, másodszor ezért nehéz kinyitni az ajtót.

1. b) Mossunk ki forró vízzel ép, sima szájú poharat. A vizet öntsük ki belőle. Vizesen tegyük sima műanyag, üveg vagy fém tálcára, asztalra. Kis idő múlva a maradék víz lefolyik, és tömítést képez a pohár száj körül. Óvatosan emeljük meg a poharat.

Mi történik? Miért?

A pohár odatapad az asztalhoz.

A pohárban levő forró levegő kezdetben azonos nyomású a kinti légnyomással. Közben lehűl, nyomása lecsökken. A külső légnyomás marad ugyanakkora, ez szorítja az asztalhoz.

1. c) A lekvárt befőzéskor úgy készítik, hogy forrón beleteszik az üvegbe és a tetejét azonnal légmentesen rázárják. Kihűlés után a tető nagyon nehezen csavarható le a tetejéről.

Miért?

A tető rácsavarásakor a lekvár feletti levegő még forró. Mivel a tetőt légmentesen zárják rá, ezért a levegő lehűlésekor a benti légnyomás lecsökken. A kinti nyomás marad ugyanakkora, ez szorítja rá a tetőt.

1. d) Egy hűtőből kivett, kiürített üdítő flakont zárjuk le a tetejével légmentesen. Nyomkodjuk meg az oldalát. Tegyük kis időre melegvízbe, majd ismét nyomkodjuk meg az oldalát.

Mit tapasztalunk? Magyarázzuk meg a jelenséget.

Másodjára nehezebb megnyomkodni, mert a bezárt levegő felmelegszik, ezért megnő a benti nyomás.

1. e) A törvény pontos kísérleti ellenőrzéséhez pontos nyomásmérésre van szükség. Nézzük meg tanári bemutató keretében (vagy filmről) ezt a kísérletet. A mérési adatokat elemzzük ki.

A mérés száma:	P (Pa)	T (K)	p/T
1.			
2.			
3.			

(Egy ilyen mérés leírása: *Fizikai kísérletek gyűjteménye 1. kötet, 410. oldal Szerk: Juhász András, Arkhimédész Bt-Typotex, 1995.*)

2. Az egyesített gáztörvény

2. a) Mekkora a nyomás egy hagyományos szódásszifonban a szóda elkészítése után? A választ méréseken alapuló számolással adjuk meg. (Nem vesszük figyelembe, hogy a CO₂ molekulák jelentős része szénsavvá egyesül a vízzel.)

Meghatározzuk, hogy mennyi levegő van a megtöltött palackban a víz fölött. Mérjük meg mennyi víz fér bele teljesen megtöltve: $V_{\text{víz1}}$. Mérőhengerbe öntsünk ki belőle annyi vizet, míg a megengedett szintre csökken: $V_{\text{víz2}}$. A kettő különbsége a levegő: $V_{\text{levegő}} = V_{\text{víz1}} - V_{\text{víz2}}$.

Ebbe a levegőbe engedjük bele a patronból a széndioxidot. Mérjük le a patron tömegét tele (m_{patron1}), majd üresen m_{patron2} . A kettő különbsége a széndioxid tömege: $m_{\text{CO2}} = m_{\text{patron1}} - m_{\text{patron2}}$.



64. Szódásüveg

Számítsuk ki a széndioxid mólszámát:

$$n_{\text{co2}} = \frac{m_{\text{co2}}}{M_{\text{co2}}} = \dots \text{mol}$$

Amint rácsavartuk a szifon tetejét, $V_{\text{levegő}}$ térfogatú, légköri nyomású (p_0) és hőmérsékletű $T_{\text{levegő}}$ levegőt zártunk el. Ennek mólszáma:

$$n_{\text{levegő}} = \frac{p_0 \cdot V_{\text{levegő}}}{R \cdot T_{\text{levegő}}}$$

Amikor beleengedjük a széndioxidot a térfogat és a hőmérséklet nem változik, de a részecskeszám és a nyomás igen.

Az egyesített gáztörvény szerint:

$$\frac{p_0}{n_{\text{levegő}}} = \frac{p_2}{(n_{\text{levegő}} + n_{\text{széndioxid}})}$$

amiből p_2 , vagyis a teletöltött szódásszifonban uralkodó nyomás kiszámítható. Írjuk le mérési eredményeinket és számításunk eredményét.

A munkafüzetben leírt kísérlet egy lehetséges mérési eredménye:

$V_{\text{levegő}} = 0,366 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$; $m_{\text{co2}} = m_{\text{patron1}} - m_{\text{patron2}} = 34 \text{g} - 27 \text{g} = 7 \text{g}$;

$T_{\text{levegő}} = 20^\circ\text{C}$; $p_0 = 10^5 \text{Pa}$. Ebből $p_{\text{szifon}} \approx 12 \cdot 10^5 \text{Pa}$. Ez jóval nagyobb a valós kb. 6-7 bar nyomásnál. Ennek oka, hogy jelentős mennyiségű széndioxid molekula szénsavvá alakul. (Pont ezért készítjük a szódát.)

2. b) A szifonban valójában csak 6 bar nyomás van, mert a CO_2 molekulák jelentős része egyesül a vízmolekulákkal. Hány gramm CO_2 molekula teszi ezt?

$p = 6 \cdot 10^5 \text{Pa}$; $V = 0,366 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$; $T_{\text{levegő}} = 20^\circ\text{C}$. Ebből: $n = 0,09 \text{mol}$.

Eredetileg belement $n = 0,159 \text{mol}$. Így a vízbe került $0,069 \text{mol}$. Ennek tömege: $3,03 \text{g}$.

Értékelés: a tanuló füzete alapján.

2.5. A kinetikus gázelmélet modellkísérletekben

A foglalkozás célja: a modellezés lényegének elmélyítése	
A foglalkozás jellege: új ismeretet átadó óra	
Módszerek és tevékenységek: önálló kísérletezés, közös megbeszélés	
Fogalmak: modellalkotás, modellkísérlet, a modell alkalmazása	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	25 perc
adatrögzítés	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

1. A gázok modellezése

1. a) Nyiss ki egy erős illatú anyagot tartalmazó üvegcsét. Némi várakozás után az üvegben levő gáz részecskéi eljutnak az orrunkba anélkül, hogy oda kellene vinni őket. A részecskék milyen tulajdonságára következtettünk ebből?

A gáz részecskéi mozognak.

1. b) Szívd tele a fecskendővel levegővel, majd fogd be a nyílását és nyomd le a dugattyút.

Miért lehetett lenyomni a dugattyút, ha a részecskékről feltesszük, hogy nagyon kemények?

A részecskék között nagy távolság van.

1. c) Ha az előző kísérletben engedjük el a benyomott dugattyút.

Mi történik?

A dugattyú visszatér –többé kevésbé- eredeti helyére.

Miért képesek a részecskék nyomást kifejteni a tartály falára?

Mozgásuk során nekiütődnek az edény falának, ami kicsi erő kifejtését jelenti. A sok részecske sűrű ütközése jelentős erőben összegződik.

2. A folyadékok modellezése

2. a) Szívj fel vizet a fecskendőbe, fogd be a nyílását és ezt is próbáld összenyomni.

Mit tapasztalsz?

A víz lényegében összenyomhatatlan.

Ezek alapján miben mások a folyadék részecskéi, mint a gázoké?

A részecskék szorosan egymást érintve helyezkednek el.

2. b) Egy papírral bevont plexilemezt akassz rugóra és vízszintes helyzetben óvatosan engedd rá egy tál víz tetejére. Miután a papír megszívta magát vízzel, a rugót lassan emeld fel. Mit tapasztalsz?

A rugó jelentősen megnyúlik mielőtt a lap elválik a víztől.

Ezek alapján miben mások a folyadék részecskéi, mint a gázoké?

A folyadék részecskéi vonzzák egymást.

2. c) Egy pohár hideg és egy pohár meleg vízbe a fecskendő segítségével nyomj lassan néhány csepp ételfestéket az edény aljára. Hagyd nyugalomban pár percig.

Mit tapasztalsz, ami közös a két pohárban?

A festék mindkettőben elkeveredik.

Milyen részecske tulajdonságra következtethetsz ebből?

A folyadékban is mozognak a részecskék.

Milyen különbséget láatsz a két pohárban?

A melegebb vízben gyorsabb a keveredés.

Milyen következtetésre juthatunk ebből a részecskék sebességét illetően?

Magasabb hőmérsékleten a részecskék gyorsabban mozognak.

2. d) Egy keskeny csövet kb. feléig tölts meg alkohollal, majd óvatosan csorgass rá vizet úgy, hogy 1-2 cm maradjon üresen. Jelöld meg egy gumigyűrű ráhurkolásával a folyadékszintet. Fogd be az ujjaddal, és többszöri átforgatással keverd össze a csőben lévő kétféle folyadékot. Figyeld meg a szintmagasságot. Mit tapasztaltál, hogyan magyarázod?

A szint alacsonyabbra került.

Az egyik folyadék részecskéi jelentősen kisebbek, mint a másiké és ezáltal behatolnak a kicsik a nagyok közé.

3. A szilárd testek modellezése

A folyadékokat lehűtve megfagynak. A két halmazállapotban az anyag részecskéi ugyanazok. Hogyan tudjuk eltérő viselkedésüket magyarázni?

3. a) Próbáld kézzel az asztalra tett követ összenyomni.

Mit tapasztalsz?

Nem lehet kézzel összenyomni.

Ez alapján a gázokra vagy a folyadékokra hasonlít-e jobban a szilárd test?

A folyadékokra.

3. b) Figyeld meg az asztalodon levő ásvány, kristálycukor felületét, illetve az alábbi fotókat. Ha forgatod az ásványt, néha egy-egy kisebb részen megcsillan. Mindezekből mire következtethetünk a részecskék elrendeződésére vonatkozóan?

A szilárdtestekben a részecskék szabályos rendben helyezkednek el (vagyis kristályokat alkotnak).



65. Ametiszt
(hu.wikipedia.org/wiki/Ametiszt)



66. Füstkvarc
(hu.wikipedia.org/wiki/Füstkvarc)



67. Dolomit
(en.wikipedia.org/wiki/Dolomite)

Értékelés: a tanuló füzetben levő válaszai alapján.

2.6. A belsőenergia növelése (a hőtán 1. főtétele)

A foglalkozás célja: a belsőenergia és megváltoztatásának tanulmányozása	
A foglalkozás jellege: gyakorló óra	
Módszerek és tevékenységek: fajhő, munkavégzés és belsőenergia kapcsolata	
Fogalmak törvények: fajhő, a hőtán 1. főtétele szilárd anyagok esetén	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	6 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	4 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	25 perc
adatrögzítés	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	5 perc
a következtetések közös megbeszélése	10 perc

1. A folyadékok belsőenergiája, a fajhő

Mennyi energiával lehet 1 liter vizet 20 °C-ról forráspontra felmelegíteni?

1. a) Kalorimétert töltünk meg kb. a $\frac{3}{4}$ részéig vízzel. Mérjük le a víz tömegét és kiindulási hőmérsékletét.

$$m_{\text{víz}} = \dots\dots \text{ g. } T_{\text{víz } 1} = \dots\dots \text{ }^\circ\text{C}$$

Kapcsoljuk be az ismert teljesítményű (P) merülőforralónkat és percenként jegyezzük fel a víz hőmérsékletét mindaddig, amíg a hőmérséklete kb. 70°C-ra növekszik.

t (idő, perc)	0	1	2	3	4	5	6	7
T (hőmérséklet, °C)								

Készítsünk el a T – t grafikont! Mivel a pontosabb, laboratóriumi mérésnél lineáris függvényt kapnánk, ezért illesszünk a grafikonunkra egyenest a lehető legközelebb a grafikon pontjaihoz.

Jó közelítéssel megkapjuk a lineáris függvényt.

Ideális esetben (előjeltől eltekintve) $Q_{\text{forraló le}} = Q_{\text{víz fel}}$, továbbá $Q_{\text{forraló le}} = P \cdot \Delta t$. Nyilvánvaló, hogy a víz által felvett hő egyenesen arányos a mennyiségével, vagyis például a tömegével, ezért az egyenes grafikon azt jelenti, hogy $Q_{\text{víz fel}} = c \cdot m \cdot \Delta T$, ahol c a folyadék anyagától függő állandó, neve **fajhő**. Ezt kifejezve az előző egyenletekből:

$$c = \frac{P \cdot \Delta t}{m \cdot \Delta T} = \frac{P \cdot (t_2 - t_1)}{m \cdot (T_2 - T_1)}$$

Válasszunk ki a grafikonunkon két távoli t_1 és t_2 időpillanatot, olvassuk le a hozzá tartozó T_1 és T_2 értéket és az adatokat a grafikonba behelyettesítve határozzuk meg a víz fajhőjét.

$$c = \dots \frac{J}{kgK}$$

A kapott adatot hasonlítsuk össze az irodalmi értékkel.

A leírt eljárás –többé-kevésbé- lehetővé teszi a víz fajhőjének

kiszámítását. Az irodalmi érték: $c = 4,18 \frac{kJ}{kg \cdot K}$

(A konkrét adatok függenek az alkalmazott eszközöktől.)

1. b) A fajhő ismeretében kiszámíthatjuk a folyadék forráspontra juttatásához szükséges hőt.

$$Q_{\text{víz fel}} = c \cdot m \cdot \Delta T$$

(A számítás pontos értéke függ a konkrét adatoktól, $Q_{\text{víz fel}} \approx 60-70 \text{ kJ}$.)

2. A munkavégzés

2. a) Egy fa ruhaszárító csipesszel fogjuk meg egy hőmérő üveg tartályát és a hőmérő körül ujjunkkal forgassuk körbe a csipeszt kb. 40-50-szer. Olvassuk le a hőmérsékletet a folyamat elején és a végén:

$$T_1 = \dots \text{ } ^\circ\text{C}, T_2 = \dots \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Mire következtethetünk ebből?

Munkavégzéssel a hőmérséklet –és ezzel a belsőenergia- növelhető.

2. b) Egy pumpának fogjuk be a kivezető cső végét, és 20-30-szor nyomjuk le a dugattyúját kb. $\frac{3}{4}$ részéig. Fogjuk meg utána a pumpa alsó és felső végét. Mit tapasztalunk?

Az alsó vége melegebb, mint a felső.

Van, aki azt állítja, hogy nagyobb részt a sűrűlódás miatt melegedett fel.

Mivel tudjuk cáfolni ezt a véleményt?

A sűrűlódás egyenletesen, a cső teljes hosszában egyformán melegítene fel, itt viszont érezhető a hőmérsékletkülönbség.

2. c) Nézzük meg a gőzgép modellt tanári demonstrációval vagy filmről.

Írjuk le, hogy a működése során milyen energiaátalakítások történnek?

Kémiai energia → belsőenergia → mechanikai (mozgási) energia

2. d) Hol használjuk manapság a vízgőz belsőenergiáját?

A gőzturbinák alakítják át még ma is a hőerőművekben a belsőenergiát mozgási energiává.

Értékelés: a tanuló eredményei, válaszai alapján.

2.7. Olvadás, fagyás

A foglalkozás célja: a szilárd és légnemű fázisok közötti átmenet vizsgálata	
A foglalkozás jellege: új anyag tárgyalása	
Módszerek és tevékenységek: önálló kísérletezés, közös megbeszélés	
Fogalmak: olvadás, fagyás, olvadáshő, olvadáspont, fagyáspont, fagyáshő	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	7 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	3 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	25 perc
adatrögzítés, számítások	5 perc
a tapasztalatok értelmezése	10 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

1. Az olvadás

1. a) Tegyük egy nagyobb főzőpohárba kb. $\frac{3}{4}$ részéig jeget, majd öntsünk rá annyi hideg vizet, amíg el nem lepi a víz a jeget. Egy üvegbottal kb. egy percre kevergesd, majd mérd meg a hőmérsékletét.

$$T_{\text{víz-jég}} = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

Melegítsük a víz-jég keveréket egy merülőforralóval. Kapcsold be a merülőforralót (24 V!). Olvasd le a hőmérsékletet a merülőforralóval átellenes oldalon. A hőmérsékletet mindaddig figyeld, amíg a jég kb. háromnegyed része meg nem olvad.

Jegyezd fel percenként a hőmérsékletet.

Idő (perc)	0	1	2	3	4	5	6
T ($^\circ\text{C}$)							

A hőmérséklet végig 0°C környékén van.

Tanulmányozd a táblázatot.

Van-e olyan szakasza a vizsgálatnak, amely alatt alig-alig változott a hőmérséklet? Ha igen, mely időpontok között?

Az eleje és a vége esetleg kivétel, de alapjában véve végig állandó.

Hány százalékkal változott közben a hőmérséklet?

Csak néhány százaléknyi változást tapasztalhatunk.

1. b)

Mérjük meg, hogy 1 kg –olvadásponton levő- jég elolvasztásához mennyi hő kell?

A részletes leírás önállóan végigkövethető. Az irodalmi adat: $L_0 = 335 \frac{kJ}{kg}$.

1. c) mérésünk pontossága

Mint már tudjuk, a mérések sosem teljesen pontosak. Hasonlítsuk össze a kapott eredményünket a függvénytáblázatban megadott, a mi mérésünkhöz képest sokkal pontosabb mérés eredményével.

Számítsuk ki, hogy hány százalékos az eltérésünk.

$$\frac{|L_{o \text{ mért}} - L_{o \text{ táblázat}}|}{L_{o \text{ táblázat}}} \cdot 100\% =$$

Gondos mérés esetén 10-15% pontosság elérhető.

Soroljunk fel néhány okot arra, hogy mi okozhatta a mérésünkben a pontatlanságot.

A víz nem teljesen tiszta; a kaloriméter nem tökéletes hőszigetelésű, a merülőforraló teljesítményét nem mértük le stb.

2. A fagyás

2. a) A hirtelen (adiabatikus folyamatban) kitáguló gáz lehűl, így, ha környezete magasabb hőmérsékletű, energiát vesz fel tőle.

Készítsünk ki az asztalra enyhén nedves papírtörölt. (A belőle elpárolgó vízre lesz szükségünk.) Szódászfion fejét tegyük a nyirkos törlőre és gyorsan csavarjuk be a patronát. (A széndioxid sustorogva fog távozni a papírtörlő felé.) Emeljük föl a szifonfejet.

Mit tapasztaltunk? Magyarázzuk meg a jelenséget.

A szifon alatt a levegő páratartalmából dér keletkezik.

2. b) Erősen lehűtött jégre öntsünk gyűszűnyi vizet.

Mit tapasztalunk?

A víz viszonylag hamar megfagy.

Erősen lehűtött jégre öntsünk alaposan megsózott vizet.

Mit tapasztalunk? Mi lehet ennek az oka?

A sós víz jóval lassabban fagy meg, mert fagyáspontja alacsonyabb a tiszta vízénél.

Értékelés: a tanuló eredményei, válaszai alapján.

2.8. Párolgás, forrás, lecsapódás

A foglalkozás célja: a folyékony és légnemű fázisok közötti átmenet vizsgálata	
A foglalkozás jellege: új anyag tárgyalása	
Módszerek és tevékenységek: önálló/mérőpárban történő kísérletezés; önálló következtetések	
Fogalmak: párolgás, forrás, forráspont, forráshő, lecsapódás	
Ütemezés:	
szaktanári bevezetés, célkitűzés	6 perc
a feladat ismertetése	10 perc
munka és balesetvédelem	4 perc
feladatlap tanulmányozása	10 perc
a kísérlet összeállítása	15 perc
a kísérlet elvégzése	25 perc
adatrögzítés	10 perc
a tapasztalatok értelmezése	5 perc
a következtetések közös megbeszélése	5 perc

1. A párolgás

1. a) Csöppentsünk a kézfejünkre egy-két csepp tiszta alkoholt.

Mit tapasztalunk, míg egy kicsit várunk?

Az alkohol elpárolgott és eközben hűtötte a kezünket.

1. b) Hőmérő tartályát burkoljuk be kevés alkohollal megnedvesített vattával. Jegyezzük fel a hőmérő által jelzett értéket a kísérlet kezdte előtt és befejezése után

$$T_1 = \dots \text{ °C}; \quad T_2 = \dots \text{ °C}$$

Mit tapasztalunk?

Az alkoholos hőmérő alacsonyabb hőmérsékletet jelzett.

1. c) Két, kb. egyforma vattacsomóra cseppentsünk két-két csepp alkoholt. Mindkettőt tegyük Petri-csészébe, az egyiket fedjük le, a másikat ne.

Mit tapasztalunk, míg egy kicsit várunk?

A lefedett lassabban párolog el, mint a másik.

1. d) Egy jégkockára tegyünk egyik oldalán fóliázott (a felvágottak csomagolására használt) csomagoló papírt. A fólia alul legyen. A tenyerünkre tegyünk egy ugyanilyet, szintén fóliás felével lefelé. Mindkettőre cseppentsünk két-két csepp alkoholt.

Mit *tapasztalunk*, míg egy kicsit várunk? Ugyanúgy zajlott le a párolgás? Mi okozta a különbséget?

Mindkettő elpárolgott. A tenyerünkön levő gyorsabban párolgott el. A tenyerünk melegítette az alkoholt.

- Hogyan függ a párolgás sebessége a hőmérséklettől?

A párolgás magasabb hőmérsékleten gyorsabb.

- Energiaátadás szempontjából mi történik a párolgás során?

A párolgó folyadék energiát vesz fel a környezetétől.

2. A forrás



2. a) Tegy egy hőálló főzőpohárba kevés vizet és egy kis lyukacsos kődarabkát. A merülőforralóval forrald fel. Figyeld a kialakuló buborékok nagyságát. Hasonlítsd össze a tiszta víz forrásakor keletkező buborékok nagyságával.

Mit tapasztaltál? Hogyan magyarázod a jelenséget?

A lyukacsos kőből nagyobb buborékok jönnek ki.

A lyukacsos kőben légbuborékok vannak. Ezek felmelegedve kitérnek és elhagyják a követ.

Az előző kísérlet alapján mi az egyik lényeges különbség a forrás és a párolgás között?

A párolgás csak a folyadék felszínén, a forrás a teljes térfogatban következik be.

2. b) Kalorimétert töltsünk meg $\frac{3}{4}$ részéig meleg vízzel, majd melegítsük a merülőforralóval amíg már majdnem elkezd forni. Kb. a harmadáig szívjunk fel egy fecskendőbe ebből a forráshoz közeli vízből. A szívónyílást erősen szorítsuk egy gumilaphoz (pl. radírgumihoz) és gyors mozdulattal húzzuk fel a fecskendő dugattyúját. Ügyeljünk, hogy levegő ne jusson a fecskendőbe. Engedjük vissza a dugattyút és végezzük el még néhányszor a kísérletet.

Mit tapasztalunk?

A víz teljes térfogatában buborékozott, vagyis forrásba jött.

Miért lehet –kissé- meglepő a látvány?

Megszoktuk, hogy a víz –kb.- 100°C-on forr, itt pedig jócskán ez alatt volt.

2. c)

Mennyi energia szükséges adott mennyiségű víz elforrálásához?

A részletes leírás önállóan végigkövethető.

Az irodalmi adat: $L_f = 2256 \frac{kJ}{kg}$.

2. d) Mérésünk pontossága

Hasonlítsuk össze a kapott eredményünket a függvénytáblázatban megadott, a mi mérésünkhöz képest sokkal pontosabb mérés eredményével.

Számítsuk ki, hogy hány százalékos az eltérésünk.

$$\frac{|L_{f \text{ mért}} - L_{f \text{ táblázat}}|}{L_{f \text{ táblázat}}} \cdot 100\% = \dots\dots$$

Gondos mérés esetén 10-15% pontosság elérhető.

Soroljunk fel néhány okot arra, hogy mi okozhatta mérésünkben a pontatlanságot.

A víz nem teljesen tiszta; a kaloriméter nem tökéletes hőszigetelésű, a merülőforraló teljesítményét nem mértük le ismét stb.

3. A lecsapódás

3. a) Még rendelkezésünkre áll az imént felforralt víz. Tegyük fölé hideg üveg vagy fém tárgyat.

Mit tapasztalunk?

Az üveglapon kicsi vízcseppek jelentek meg, a víz lecsapódott.

Milyen irányú energiaátadás történik a lecsapódás során?

A lecsapódás során a gáz energiát ad át a környezetének.

3. b) Egy ásványvizes flakonba töltsünk egy kevés forró vizet, majd a kupakot szorosán rácsavarva erősen rázzuk meg úgy, hogy a belsejében a forró víz mindenhol felmelegítse a levegőt és a flakon oldalát. A kupakot lecsavarva öntsük ki a vizet és egy elfújtt gyufa füstjét juttassunk a belsejébe. Zárjuk vissza légmentesen a kupakot és *erősen* nyomjuk össze (de ne gyűrjük) a palack közepét néhány másodpercre, majd engedjük el. Mit látunk a palackban?

Amikor elengedjük a palackot, köd képződik a belsejében.

Hogyan magyarázzuk a jelenséget? A magyarázatban használjuk fel, hogy a hirtelen elengedett palackban a levegő is *hirtelen* kitágul és *ezért lehűl*. Térjünk ki a magyarázatban a füsttel bejuttatott koromszemcsék szerepére is.

A lecsapódás függ a hőmérséklettől (harmatpont), alacsonyabb hőmérsékleten könnyebben lecsapódik.

Értékelés: a tanuló válaszai alapján.

Fogalomtár

- **elektromos mező:** azt a mezőt nevezzük elektromos mezőnek, amelyet nyugalomban levő elektromos töltések hoznak létre.
- **vezetők (elektromosan vezető anyagok):** olyan anyagok, amelyekben a töltések könnyen elmozdulnak.
- **szigetelők (elektromosan szigetelő anyagok):** olyan anyagok, amelyekben a töltések nehezen mozdulnak el.
- **elektromos megosztás:** külső elektromos mező hatására történő töltésszétválasztás.
- **feszültség (egyenfeszültség, U):** az elektromos mező munkavégzését jellemző mennyiség (ennyi munkát végezne a mező 1 C töltés átszállítása során).
- **áramerősség (I):** a vezető teljes keresztmetszetén átáramlott össztöltés osztva az átáramlás idejével (ennyi coulomb töltés áramlana át 1 s alatt).
- **ellenállás (elektromos ellenállás, R):** az anyagoknak a töltés mozgását akadályozó hatása (mekkora feszültséget kellene rákötni ahhoz, hogy 1 A áram folyjon rajta).
- **eredő ellenállás (R_e):** az az egyetlen ellenállás, amellyel a több ellenállásból álló hálózat feszültség és áram szempontjából helyettesíthető (ha mindkettőre ugyanazt a feszültséget kapcsoljuk, akkor ugyanaz az áram jön létre).
- **kapocsfeszültség (U_k):** a feszültségforrás kapcsolódási pontjain mérhető feszültség.
- **belsőellenállás (R_b):** a feszültségforrás szerkezetéből adódó saját ellenállása.
- **belső feszültség (U_0):** az a feszültség, amit az elemek kémiai folyamataik révén létrehoznak.
- **mágneses mező:** a mozgó elektromos töltések által létrehozott mező.
- **hőtágulás:** a testeknek az a tulajdonsága, hogy hőmérsékletváltozás közben méretük megváltozik.
- **olvadás:** az a folyamat (fázisátalakulás), amelynek során a szilárd anyag folyadékká alakul át.
- **fagyás:** az a folyamat (fázisátalakulás), amelynek során a folyadék szilárd anyaggá alakul át.
- **olvadáspont (T_0):** az a hőmérséklet, amelyen az adott szilárd anyag adott nyomáson megolvad.
- **olvadáshő (L_0):** az az energia, amely 1 kg olvadásponton levő szilárd test megolvasztásához szükséges.
- **párolgás:** az a folyamat (fázisátalakulás), amelynek során a folyadék csak a felszínén alakul át légneművé.
- **forrás:** az a folyamat (fázisátalakulás), amelynek során a folyadék nem csak a felszínén, hanem teljes térfogatában gőzzé alakul át.

- **forráspont (T_f):** az a hőmérséklet, amelyen az adott folyadék adott nyomáson forr.
- **forráshő (L_f):** 1 kg forrásponton levő folyadék elforrálásához szükséges energia.

Irodalomjegyzék

- *Feladatgyűjtemény a gimnáziumi Technika tantárgy tanulói szerelőkészletéhez* Szerk. Ujvári Károly, OPI, 1981.
- *Fizikai kísérletek gyűjteménye 1, 2. kötet*, Szerk: Juhász András, Arkhimédész Bt.-Typotex, 1995.
- FODOR Erika, SARKADI Ildikó *Fizika munkafüzet gimnázium I. osztály*. Tankönyvkiadó, 1986.
- NAGYMÁTÉ Emese *Időjárási jelenségek*, Cser Kiadó, 2012.
- ÖVEGES József *Az élő fizika* Gondolat kiadó 1966.
- ÖVEGES József *Játékos fizikai kísérletek*, 1953 (Reprint: Nemzeti Tankönyvkiadó, 1995.)
- ÖVEGES József *Kísérletezzünk és gondolkodjunk*, Gondolat Kiadó 1979.
- ÖVEGES József *Tanulságos kísérletek*, Táncsics Kiadó, 1961.

Ábrajegyzék

1. Borostyán	6
2. Szívószál dörzsölése	8
3. Műanyagok kölcsönhatása	8
4. Műanyag-papír kölcsönhatása	8
5. Papír feltöltése	9
6. Papír-papír kölcsönhatás	9
7. Papír-műanyag kölcsönhatása	9
8. Elektroszkóp	10
9. Áramkör izzóval	14
10. 230 V	14
11. Max. 24 V	14
12. Elektromos feketedoboz	14
13. Az elektromos feketedoboz rajza	14
14. Ábra a 3. a) feladathoz	15
15. Ábra a 3. b) feladathoz	15
16. Ábra a 3. c) feladathoz	15
17. Feszültségmérés	15
18. Árammérés, 10 A	16
19. Áramkör izzóval	17
20. U és I mérése	17
21. Feszültségmérés	21
22. Feszültségszabályozás	21
23. Mikrofon modell	22
24. Soros kapcsolás 1.	23
25. Soros kapcsolás 2.	23

26. Izzók soros kapcsolása	24
27. Párhuzamos kapcsolás 1.	27
28. Párhuzamos kapcsolás 2.	27
29. Három izzó párhuzamosan kapcsolva	29
30. Feszültségforrás elvi rajza	32
31. Belső ellenállás.....	32
32. Potenciométer használata	33
33. Áramkör izzóval.....	35
34. Izzó az áramkörben	36
35. Két izzó párhuzamosan kapcsolva	37
36. Három izzó párhuzamosan kapcsolva	37
37. Két izzó sorosan kapcsolva.....	37
38. Három izzó párhuzamosan kapcsolva	37
39. Két ellenállás soros kapcsolása	38
40. Három ellenállás soros kapcsolása	38
41. Villanymotor	38
42. Izzólámpa	41
43. Potenciométeres kapcsolás	41
44. A 230 V-os csatlakozás.....	42
45. A 24 V-os csatlakozás	42
46. Ionvezetés	43
47. Oersted kísérlete	44
48. Oersted kísérlete	49
49. Áramhurok mezője	49
50. Tekercs mezője	50
51. A villanymotor működési elve.....	52
52. Villanymotor vizsgálata.....	53
53. Villanymotor készítése.....	53
54. A kész motor.....	54
55. Villamos sín felpúpozódott a melegtől.....	55
56. Fém pálcá hőtágulása.....	56
57. Tűzjelző modell	56
58. Réz hőtágulása.....	57
59. Folyadék hőtágulása 1.....	57
60. Folyadék hőtágulása 2.....	58
61. Gáz hőtágulása.....	59
62. Gáz tágulása	61
63. Gay-Lussac 1. törvénye	65
64. Szódásüveg	69
65. Ametiszt	72
66. Füstkvarc.....	72
67. Dolomit	72

A forrásmegjelölés nélküli fényképeket, rajzokat a szerző készítette.