

Szaktanári segédlet

FIZIKA

10. évfolyam

2015.

Összeállította:

Scitovszky Szilvia

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tartalom

Munka- és balesetvédelmi, tűzvédelmi szabályok	2
1-2. Elektrosztatika.....	4
3. Egyszerű áramkörök.....	9
4. Ohm törvénye.....	13
5. Áramvezetés folyadékokban, gázokban	17
6. Mágneses alapjelenségek	20
7. Elektromágneses indukció	23
8. Hőtágulás.....	27
9. Gázok állapotváltozásai I.....	30
10. Gázok állapotváltozásai II.	33
11. Termikus kölcsönhatás I.....	36
12. Termikus kölcsönhatás II.	39

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Munka- és balesetvédelmi, tűzvédelmi szabályok

- 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 laborban csak szaktanári engedéllyel lehet tartózkodni és dolgozni!
- A laborba táskát, kabátot bevinni tilos!
- A laborban enni, inni szigorúan tilos!
- Hosszú hajúak hajukat összefogva dolgozhatnak csak a laborban!
- A laborban a védőköpeny használata minden esetben kötelező! Ha a feladat indokolja, a további védőfelszerelések (védőszemüveg, gumikesztyű) használata is kötelező!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetésszerűen, tanári engedéllyel és csak az adott mérési paraméterekre beállítva lehet használni!
- A kísérlet megkezdése előtt a tanulónak ellenőriznie kell a kiadott feladatlap alapján, hogy a tálcáján minden eszköz, anyag, vegyszer megtalálható. A kiadott eszköz sérülése, vagy hiánya esetén jelezni kell a szaktanárnak vagy a laboránsnak!
- A kísérlet megkezdése előtt figyelmesen el kell olvasni a kísérlet leírását! A kiadott vegyszereket és eszközöket a leírt módon szabad felhasználni!
- Vegyszerekhez kézzel hozzányúlni szigorúan tilos!
- Az előkészített eszközökhöz és a munkaasztalon lévő csapokhoz csak a tanár engedélyével szabad hozzányúlni!
- A kémcsőbe tett anyagokat óvatosan, a kémcső állandó mozgatása közben kell melegíteni! A kémcső nyílását nem szabad magatok és társaitok felé fordítani!
- Vegyszer szagának vizsgálatakor kezetekkel legyezzétek magatok felé a gázt!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

- Ha bőrünkre sav vagy maróhatású folyadék ömlik, előbb száraz ruhával azonnal töröljük le, majd bő vízzel mossuk le!
- Elektromos vezetékhez, kapcsolóhoz vizes kézzel nyúlni tilos!
- Az áramkörök feszültségmentes állapotban kerüljenek összeállításra! Csak a tanár ellenőrzése és engedélye után szabad rákötni a feszültségforrásra!
- Elektromos berendezéseket csak hibátlan, sérülésmentes állapotban szabad használni!
- Elektromos tüzet csak annak oltására alkalmas tűzoltó berendezéssel szabad oltani!
- Nyílt láng, elektromos áram, lézer alkalmazása esetén fokozott figyelmet kell fordítani a haj, a kéz és a szem védelmére.
- Égő gyufát, gyújtópálcát a szemetesbe dobni tilos!
- A gázégőket begyújtani csak a szaktanár engedélyével lehet!
- A gázégőt előírásnak megfelelően használjuk!
- Aki nem tervezett tüzet észlel, köteles szólni a tanárnak!
- Ha bármilyen baleset történik, azonnal jelentsetek tanároknak!
- A tanóra végén rendet kell rakni a munkaasztalon a szaktanár, illetve a laboráns irányításával!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1-2. Elektrosztatika

a) Elektromos állapot, elektromos töltés

- Eszközök: vonalzó, műanyag rudak, szívószálak, papír, szövet
- Kísérlet:

Dörzsöld meg az adott tárgyakat papírral vagy szövettel (próbáld ki, melyik hatásosabb), és közelítsd papírdarabkákhöz, papírlap széléhez, a padtársad hajához!

Tapasztalat:

A megdörzsölt tárgy vonzó hatást fejt ki.

- Kísérlet:

Közelíts egymáshoz két azonos, majd különböző anyagú megdörzsölt rudat!

Tapasztalat:

Az azonosak taszítják, a különbözőek vonzzák egymást.

- Elmélet:

A különböző anyagú testek összedörzsölése elektromos állapotba hozza a testeket. Ennek erősségét jellemző fizikai mennyiség az elektromos töltés. $[Q] = C$ (coulomb)

Egy test lehet semleges, pozitív töltésű vagy negatív töltésű. A töltéssel rendelkező test a semlegest és az ellentétes töltésűt vonzza, az azonos töltésűt taszítja.

- Kérdések:

Milyen részecskék hordozzák az elektromos töltést, és mekkora a töltésük?

A proton pozitív, az elektron negatív. Töltésük azonos nagyságú, $1,6 \cdot 10^{-19}C$.

Ezt nevezzük elemi töltésnek.

Hogy lehet egy test semleges, pozitív, illetve negatív?

Semleges, ha azonos benne a protonok és elektronok száma. Negatív, ha elektrontöbblet van, pozitív, ha elektronhiánya van.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

b) Elektroszkóp, az elektromos állapot kimutatása

- Eszközök: elektroszkóp, műanyag rúd vagy vonalzó, szövet vagy papír, fémháló, alufólia
- Kísérlet:
Közelíts az elektroszkóp tányérjához feltöltött rudat, majd vedd el onnan.
- Tapasztalat:
Az elektroszkóp lemezkéi eltávolodnak egymástól, jelezve ezzel az elektromos mezőt. A rúd eltávolításakor visszaállnak alaphelyzetbe.
- Magyarázat:
A rúd negatív töltése taszítja az elektroszkóp elektronjait. Mivel az elektroszkópban fémrúd köti össze a tányért a jelző lemezkékkel, az elektronok a lemezkék felé mozdulnak el. A két azonos töltésűvé vált lemez pedig taszítja egymást. Ha a rudat eltávolítjuk, az elektroszkóp visszaáll alaphelyzetbe, mert töltései visszarendeződnek. Az elektroszkóp nem töltődött fel, csak töltésszétválasztás történt. Ezt nevezzük elektromos megosztásnak.
- Kísérlet:
A megdörzsölt rudat húzd végig az elektroszkóp tányérján! Mi történik?
Tapasztalat, magyarázat:
Az elektroszkóp jelez a rúd elvétele után is, mert feltöltődött, a rúdról töltések vándoroltak rá.
- Kísérlet:
Most úgy közelítsd a rudat az elektroszkóphoz, hogy fémhálót tartasz közéjük!
Tapasztalat, magyarázat:
Az elektroszkóp most nem jelez, mert a háló árnyékoló hatást fejt ki, az elektroszkóp nincs elektromos mezőben.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

c) Feszültség, kondenzátor

- Eszközök: elektrométer tányérral, szövet, műanyag rúd, szigetelő lemez, fémtányér
- Elmélet:

Ha az elektrométert feltöltjük, a földhöz képest feszültsége van. $[U] = V$

Ha a tányérja fölé tartunk vele párhuzamosan egy másik fémlémezt, egy síkkondenzátort kapunk. Ennek a feszültségét jelzi az elektrométer.

A töltésének és a feszültségének hányadosa állandó, ami a kondenzátorra jellemző, kapacitásnak nevezzük.

$$\frac{Q}{U} = C \quad [C] = F \text{ (farad)}$$

- Kísérlet:

A fent említett eszközzel vizsgálj a kondenzátor kapacitását!

Töltsd fel az elektrométert, tartsd fölé a másik, leföldelt lemezt (ne érjen hozzá), majd lassan távolítsd, aztán közelítsd az elektrométer lemezéhez! Figyeld a feszültséget!

Hogy változott a kapacitás?

Tapasztalat, következtetés:

Távolításkor nő a feszültség, közelítéskor csökken. Mivel a töltés állandó, a feszültség növekedése arra utal, hogy csökken a kapacitás. Tehát nagyobb lemeztávolság esetén kisebb a kapacitás.

- Kísérlet:

Állványra függesztve és leföldelve tedd a lemezt az elektrométer lemeze fölé!

Tapasztalat, következtetés:

A szigetelő lemez hatására csökken a feszültség. Mivel a töltés állandó, ez a kapacitás növekedésére utal.

- Elmélet:(tanári közlés alapján)

A síkkondenzátor kapacitása: $C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{d}$

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

d) Töltésmegmaradás

- Eszközök: két elektroszkóp, fémrúd, műanyag rúd, szövet
- Kísérlet:

Töltsd fel az egyik elektroszkópot, majd a fémrúddal kösd össze a másik elektroszkóppal!

Tapasztalat:

Az elektroszkóp töltése csökken, viszont a másik valamennyi töltést kap.

Magyarázat, következtetés:

A fémrúd vezető, a töltések egy része átáramlott rajta a másik elektroszkóra. A rendszer összes töltése nem változott meg, ami a töltésmegmaradásra utal.

- Kérdések:

Mitől függ, hogy mennyi töltés vándorol át a másik eszközre?

Addig mozognak a töltések, amíg az elektroszkópok között meg nem szűnik a feszültség. A két eszköz ekvipotenciális lesz.

Mi történhet, ha egy pozitív és egy negatív töltésű, vezető anyagból készült testet összeérintünk?

A rendszer összes töltése megmarad, de kiegyenlítődik. Ha azonos nagyságú töltések voltak, akkor semleges lesz a rendszer. Egyéb esetben a nagyobb töltésmennyiség határozza meg az előjelet.

e) Tanári kísérletek szalaggenerátorral (Van de Graaf generátor)

- A szalaggenerátor fémgömbjére papírcsíkokat ragasztunk, grízszemeket szórunk.

Figyeld meg, hogy mi történik, ha feltöltjük a generátort!

Felemelkednek a papírcsíkok, a grízszemeket pedig lelöki magáról a generátor, az azonos töltések taszító hatása miatt.

- A feltöltött generátorról egy vezeték segítségével elvezetjük a töltéseket.

Figyeld meg az apró szikrát és a hangjelenséget!

A levegőben kialakuló áram okozza a jelenséget.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Hol, mikor észlelsz hasonlót a mindennapi életben?

Fésülködéskor, öltözködéskor.

- A generátor mellé leföldelt fémgömböt állítunk, és töltjük a generátort.

Mit tapasztalsz? Magyarázd meg!

Az előzőhöz hasonló jelenséget, csak sokkal nagyobb szikrával és hanggal. A jelenség kis szünetekkel ismétlődik. A két test közötti feszültség hozza létre az áramot a levegőben. A szikra által elszállított töltések miatt ez a feszültség csökken, de a generátor folyamatos töltése újra létrehozza.

- A generátor gömbjére csúcsot erősítünk, és elé teszünk egy égő gyertyát. (Lehetőleg ne vezető anyagú állványra.) Töltjük a generátort. Mit látsz?

Valami elfújja a gyertya lángját. Ezt nevezzük elektromos szélnek. (Magyarázata szóban.)

- A generátorra elektromos Segner-kereket állítunk. Töltjük a generátort. Mit tapasztalsz?

A kerék nagyon gyorsan forogni kezd, ezt is az elektromos szél okozza.

- A kisütött generátorról levesszük a fémgömböt, és megnézzük a csúcshatás szerepét a működésében.

Tűsor jelentősége.

- Ha van vállalkozó, feltöltjük. Szigetelő számolyra kell állnia, jobb kezét pedig rá kell tennie a generátorra. Ezután töltjük a generátort.

A hajszálain jól látható lesz a hatás.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

3. Egyszerű áramkörök

- Elmélet:

Az elektromos áram a töltéshordozók rendezett mozgását jelenti. Fémekben a fémrács szabad elektronjai a rendezett mozgásra képes töltéshordozók. Az áram erősségét jellemző fizikai mennyiség a vezeték adott keresztmetszetén átáramló töltés, és az eltelt idő hányadosa, vagyis az áramerősség.

$$I = \frac{Q}{t} \quad [I] = A \text{ (amper)}$$

Az áram létrehozásához feszültség szükséges, amit az áramforrás biztosít. $[U] = V$

Az áram lehet egyenáram (időben állandó áramerősség esetén), és váltakozó áram (periodikusan változó áramerősség esetén).

- Eszközök: zsebizzók, zsebitelepek és egyéb áramforrások, vezetékek, csipeszek, mérőműszerek (analóg és digitális)

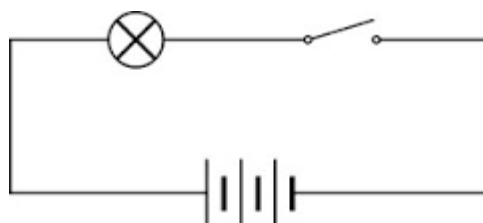
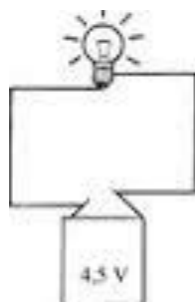
a) Áramkörök összeállítása

- Kísérlet:

Ahhoz, hogy az áram tartósan fennmaradjon, zárt áramkörre van szükség.

Állítsd össze a következő áramköröket!

1. áramkör



TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

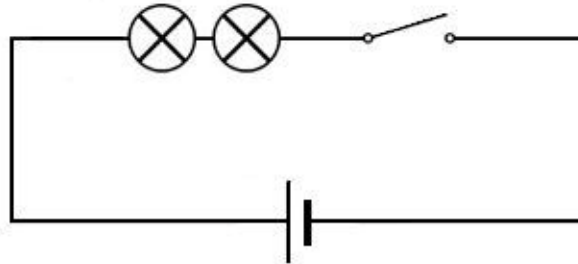
MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok

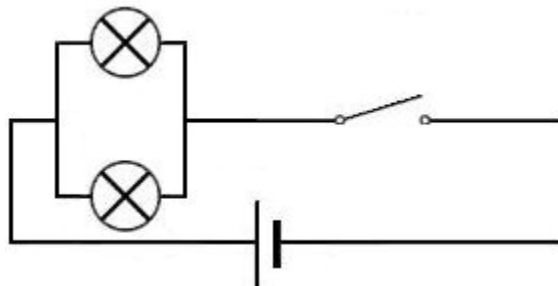


BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. áramkör



3. áramkör



Kapcsolót nem feltétlenül kell az áramkörbe tenned!

Próbáld ki, mi történik, ha valahol megszakítod az áramkört!

Tapasztalat:

Az 1. és a 2. kapcsolás esetén nem világítanak az izzók. A 3. kapcsolásnál, a főágban megszakított áramkörben nem világítanak az izzók, a mellékágban történő megszakításnál, az ott lévő izzó nem világít.

Figyeld meg az izzók fényerejét, hasonlítsd össze a különböző kapcsolások esetén!

Az 1. esetben a legnagyobb, a 2. esetben a legkisebb, de a két izzó egyformán világít.

A 3. esetben is egyformán világít a két izzó. (Magyarázata szóban.)

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

b) Ismerkedés a mérőműszerekkel

- Mérés:

Mérd meg a rendelkezésedre álló áramforrások feszültségét! (ceruzaelem, zseblep, stb.)

Jegyezd fel a mért értékeket!

ceruzaelem: $U=$

zseblep: $U=$

egyéb:

Ha van, analóg és digitális műszerrel is mérd meg! Tanuld meg a műszerek használatát, leolvasását!

- Elmélet:

Az előzőekben a feszültséget fogyasztó nélkül, terheletlen áramforrásnál mértük. Ezt nevezzük üresjárási feszültségnek. Ez nagyságra megegyezik azzal az elektromotoros erővel, ami a galvánelemekben a kémiai folyamatok töltésszétválasztó hatását jellemzi.

- Kérdések:

Milyen az ideális feszültségmérő?

Végtelen nagy ellenállású.

Mekkora az autó akkumulátorának feszültsége?

12 V

(Az akkumulátor nem ideális feszültségforrás, tehát terheletlenül nagyobb lehet a feszültsége.)

Mekkora és milyen típusú a hálózati feszültség?

230 V az effektív értéke és 50 Hz frekvenciájú váltakozó feszültség.

- Mérés:

Mérd meg egy másik zseblep feszültségét is, majd kapcsold sorba az előzővel mindkét lehetséges módon, és mérd meg az így kapott áramforrás feszültségét!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

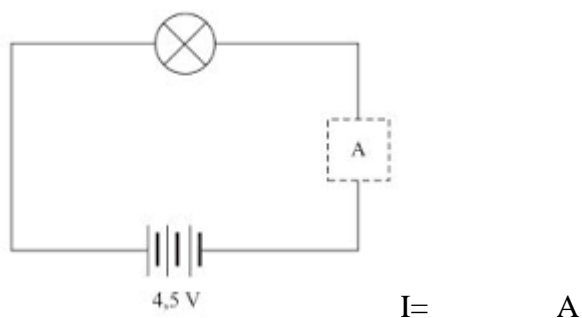
Tapasztalat:

Azonos polaritással kapcsolva: összeadódik a feszültségük, mérés alapján: $U=$

Ellentétes polaritással kapcsolva: gyengítik egymást, mérés alapján: $U=$

- Mérés:

Mérd meg a következő egyszerű áramkörben folyó áram erősségét!



- Kérdések:

Milyen az ideális ampermérő?

Nulla ellenállású. (Gyakorlatban nagyon kicsi az ellenállása.)

Milyen kapcsolással kell a fogyasztóhoz kapcsolni az ampermérőt?

Sorosan, hogy azonos áram haladjon át rajtuk.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

4. Ohm törvénye

- Elmélet:

Ohm törvénye szerint a fogyasztóra kapcsolt feszültség és az általa létrehozott áramerősség között egyenes arányosság van, tehát hányadosuk állandó.

Ez a hányados a fogyasztóra jellemző ellenállás.

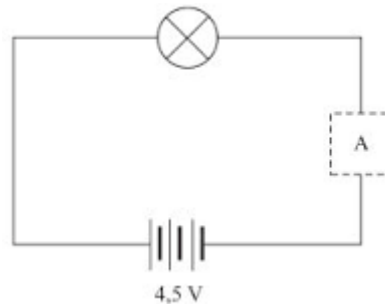
$$\frac{U}{I} = R \quad [R] = \Omega$$

Egy fogyasztó ellenállása tehát meghatározható a rá eső feszültségnek, és a rajta áthaladó áramerősségnek a mérésével.

a) Izzó ellenállásának meghatározása

- Mérés:

Először állítsd össze az ábrán látható áramkört!



Ezután kösd be az izzóval párhuzamosan a feszültségmérőt, az alábbi ábra szerint!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

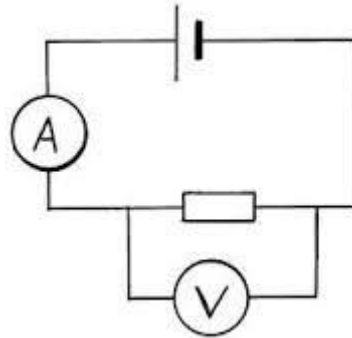
MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

(Az ábrán az izzót egy ellenállás helyettesíti.)



Olvasd le a mérőműszerek által mutatott értékeket! (Amikor mindkét műszer be van kapcsolva az áramkörbe.)

U= V I= A

Számold ki az izzó ellenállását!

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

Ellenőrzés, illetve összehasonlítás céljából próbáld ki a mérőműszer ellenállásmérő funkcióját is. Az így mért ellenállás: R=

- Kérdések:

Hogyan függ a fémek ellenállása a hőmérséklettől?

A hőmérséklet növekedésével az ellenállás is növekszik, mert fokozódik a fémrács részecskéinek hőmozgása.

Miért jut kevesebb feszültség az izzóra, mint a telep üresjárási feszültsége?

Mert a telepnek, és a vezetéknek is van ellenállása, és a feszültség megoszlik a sorba kapcsolt ellenállásokon.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

b) Áramforrások belső ellenállásának meghatározása

- Elmélet:

Mint az előző mérésből már következtethettünk rá, az áramforrásnak is van ellenállása. Ezt belső ellenállásnak nevezzük. Az áramkör többi részének együttes ellenállása a külső ellenállás. $R_e = R_k + R_b$

A külső ellenállásra jutó feszültséget mérhetjük az áramforrás kapcsain, ezért kapocsfeszültségnek (U_k) nevezzük. $U = U_k + U_b$

$$R_b = \frac{U_b}{I} = \frac{U - U_k}{I}$$

- Mérés:

Határozd meg három különböző áramforrás belső ellenállását a következő mérések segítségével!

Mérd meg a kiválasztott áramforrás üresjárási feszültségét (U)!

Kapcsolj az áramforráshoz egy izzót, és vele sorosan egy ampermérőt! Ezután kapcsolj voltmérőt az áramforrás kapcsaira!

Rajzold le az áramkört!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Olvasd le a voltmérőről a kapcsolófeszültségét (U_k), az ampermérőről az áramerősséget (I)!
Számold ki a belső ellenállást a megadott képlettel!

	1. áramforrás	2. áramforrás	3. áramforrás
U (V)			
U_k (V)			
I (A)			
R_b (Ω)			

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

5. Áramvezetés folyadékokban, gázokban

a) Áramvezetés folyadékokban

- Elmélet:

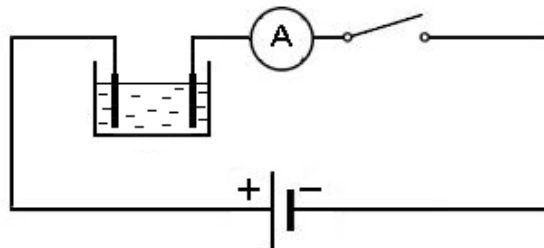
Az elektromos áram folyadékokban is kialakulhat, amennyiben vannak jelen töltéssel rendelkező részecskék, amelyek elektromos mező hatására mozgásba jönnek. Ilyen, áramvezetésre képes folyadékok az elektrolitok. Ezek sók, savak vagy bázisok vizes oldatai, amelyekben a molekulák ionokra disszociáltak. Ha ilyen folyadékba elektródákat helyezünk és feszültséget kapcsolunk rájuk, akkor a folyadékban áram jön létre. Az ionok az ellentétes töltésű elektródához vándorolnak, ott pedig elektron leadásával vagy felvételével semlegesítődnek, így az elektródákon anyag válik ki. Ezt a folyamatot elektrolízisnek nevezzük. Az anyagkiválás történhet például gázképződéssel, vagy szilárd anyag vonja be az elektródát. Az utóbbit nevezzük galvanizálásnak.

- Eszközök:

zsebtelep, vezetékek, ampermérő, szénrudak, küvetták, desztillált víz, csapvíz, só, rézgálic, kanál

- Kísérlet:

1. Állítsd össze az ábrán látható áramkört úgy, hogy desztillált vízbe teszed a szénrudakat! Mit mutat az ampermérő?



Tapasztalat: **Nem jelez áramot.**

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. Végezd el a kísérletet csapvízzel is!

Tapasztalat:

Gyengén vezeti az áramot, tehát vannak benne ionok.

Ezután szórj a vízbe egy kis sót! Figyeld a műszer mutatóját!

Növeld a só mennyiségét, és figyeld, mi történik!

Tapasztalat, magyarázat:

Egyre nagyobb áramot jelez a műszer, mert a só oldódása miatt egyre több ion jelent meg a folyadékban. A pozitív elektródán gázfejlődés észlelhető, mert a só (NaCl) negatív klórionjai ott semlegesítődnek.

3. Cseréld ki a küvétát egy másikra, ami rézgalic oldatot (CuSO₄) tartalmaz!

Az elektrolízis során a rézionok a negatív elektródán semlegesítődnek, és a réz ráakódik az elektródára. (galvanizálás) Ahhoz, hogy ez látható legyen, időre van szükség, ezért óra végéig hagyd meg az áramkört! Közben végezd el a következő számításokat!

Olvasd le az áram erősségét!

$$I = \quad \text{A}$$

Jegyezd fel, mennyi idő van hátra az óra végéig!

$$t = \quad \text{perc} = \quad \text{s}$$

Számítsd ki, hogy az órából hátralévő időben hány darab rézatom válik ki az elektródán!

Számítás: $Q = It$

$$N_{\text{elektron}} = \frac{Q}{1.6 \cdot 10^{-19}} =$$

Mivel egy rézatom semlegesítéséhez két elektrónra van szükség,

$$N_{\text{réz}} = \frac{N_{\text{elektron}}}{2}$$

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

b) Áramvezetés gázokban

- Elmélet:
- A gázokban történő áramvezetésnek, a folyadékokhoz hasonlóan, az a feltétele, hogy legyenek a gázban ionok. Feszültség hatására ezek mozgásba jönnek, majd ütközve a gáz részecskéivel, azokat is ionizálhatják. Így egyre több ion lesz a gázban, ami az áramvezetést biztosítja. (lavinaszerű ütközési ionizáció)
- Létrejöhet az áram normál nyomású gázokban (pl. villámlás), vagy kis nyomású gázokban (pl. fénycsőekben). A fényjelenséget az okozza, hogy nem minden ütközés során történik ionizáció, egyes atomok csak gerjesztődnek, majd fényt bocsátanak ki.
- Eszközök:
Van de Graaf generátor, fémgömb, fénycső méterrúdra erősítve állványon, kisülési csövek
- Tanári kísérlet:
 1. A szalaggenerátorral szikrát hozunk létre normál nyomású levegőben.
Hasonlóan jön létre a villám a felhő és a föld között. A szikra lecsökkenti a feszültséget, de egy idő múlva újra megfelelő nagyságú lesz, ami újabb szikrát eredményez.
 2. Állványra rögzítve a generátor fölé helyezük a fénycsövet. A generátor megfelelő töltöttségénél a fénycső világít.
A generátor környezetében elektromos mező alakul ki, ami a fénycső belsejében elkezd mozgatni az ionokat.
 3. A kisülési csövekre feszültséget kapcsolunk, a gáz világít.
A gázban áram jött létre. A fény színe a gáz anyagától függ.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

6. Mágneses alapjelenségek

a) Természetes mágnesek

- Elmélet:

A természetes mágnes egy olyan, két pólussal rendelkező test, amely a környezetében található bizonyos anyagokra (elsősorban a vasra, de a nikkelle, kobaltra is) vonzó hatást fejt ki. A környezetében mágneses mezőt hoz létre. A mágneses mező forgatónyomatékokat fejt ki a rögzített tengelyű rúd-mágnesre. A Földnek is van mágneses tere, ami forgató hatást fejt ki a mágnesekre. Ez alapján nevezték el a mágnes pólusait északi, illetve déli pólusnak. A mágneses mezőt jellemző fizikai mennyiséget mágneses indukciónak nevezzük.

$$[B] = T \text{ (tesla)}$$

- Eszközök:

rúd-mágnesek, patkómágnes, üveglap, vasreszelék, iránytű, különböző anyagú tárgyak

- Kísérletek:

1. A rúd-mágnes egyik, majd másik végével közelíts a különböző anyagú tárgyakhoz! Mit tapasztalsz?

Avasból készült tárgyakat a mágnes mindkét vége (pólusa) vonzza, a többire nincs hatással a mágnes.

2. Vizsgáld meg, hogy hat egymásra két rúd-mágnes!

Az iránytű is egy kis mágnes. Próbáld ki a mágnes iránytűre kifejtett hatását!

Az azonos pólusaik taszítják, a különbözők vonzzák egymást. Ez okozza az iránytű elfordulását is.

3. Vizsgáld a mágneses mezőt vasreszelék segítségével! Fektesd a rúd-mágnesre egy üveglapot, majd szórj rá egyenletesen elosztva vasreszeléket! Figyeld meg, hogy rendeződik el a vasreszelék! Mi történik, ha elveszed a mágneset az üveglap alól? Ismételd meg a kísérletet a patkómágnessel is!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tapasztalat:

A vasreszelék jellegzetes rajzolatot mutat az üveglapon, ami a mező szerkezetét szemlélteti. A kirajzolt vonalakat mágneses indukcióvonalaknak nevezzük.

4. Egy acélhuzalból készíts mágneset úgy, hogy végighúzd rajta egy rúd mágnes egyik pólusát többször, ugyanabban az irányban! Vizsgáld meg a viselkedését iránytű segítségével!

Tapasztalat:

Az acél mágnesezhető anyag.

Az acélhuzalból készített mágnesnek is két pólusa van.

5. Vágd ketté egy fogóval a huzalt, és mindkét darabját vizsgáld az iránytűvel!

Tapasztalat:

Mindkét darabnak két pólusa van, tehát a pólusok nem választhatók szét egymástól.

b) Az áram mágneses hatása

- Elmélet:

Mágneses mező nem csak a természetes mágnesek környezetében jön létre, hanem az árammal átjárt vezető körül is. Természetesen ez azt eredményezi, hogy a mágneses mező is hat a mozgó töltésekre, áramokra.

Az áram mágneses hatásának nagyon sok gyakorlati alkalmazása van. Sok esetben alkalmazzák az elektromágneset.

- Eszközök:

zsebtelep, vezetékek, iránytű, tekercsek, ampermérő, potenciométer, vasmag, különböző anyagú tárgyak

- Kísérletek:

1. Rövid időre kapcsolj egy zsebtelephez egy vezeték két végét, és tartsd iránytű közelébe!

Tapasztalat:

Az iránytű elfordul, tehát a vezeték körül mágneses tér jött létre.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. Kapcsolj az áramforráshoz egy tekercset, amibe vasmagot helyeztél (elektromágnes)!

Közelíts a vasmag végéhez különböző anyagú tárgyakat! Mit tapasztalsz?

Tapasztalat: **A vasból készült testeket vonzza, mágneses hatása van.**

3. Az elektromágnes egyik alkalmazása teheremelő mágnesként történik darukban. Próbáld te is felemelni különböző súlyú vastárgyakat az elektromágnessel! Az előző áramkörbe kapcsolj potenciométert, amivel szabályozhatod az áram erősségét!

Tapasztalat:

Nagyobb áramerősség esetén nagyobb súlyú testet lehet felemelni, tehát ilyen módon változtatható a mágnes erőssége.

- **Kérdések:**

Miért jobb teheremelő mágnesként az elektromágnes, mint a természetes mágnes?

A mágnesessége szabályozható, a menetszám vagy az áramerősség növelésével erősebbé tehető. Az áram kikapcsolásával pedig meg is szüntethető a mágneses hatása.

Miért tesznek vasmagot a tekercs belsejébe?

Felerősíti a mágnes hatását, mert mágneses térben maga is mágnessé válik.

Milyen tulajdonsággal kell rendelkeznie a vasmagnak?

A külső mágneses tér megszűnésekor el kell veszítenie mágneses tulajdonságát.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

7. Elektromágneses indukció

a) Mozgási indukció

- Elmélet:

Ha mágneses mezőben, megfelelő helyzetben mozog egy vezeték, feszültség indukálódik a végei között. Ez a feszültség akkor a legnagyobb, ha a mágneses indukció, a vezeték és a sebesség páronként merőlegesek egymásra. Ilyenkor $U=Blv$, ahol l a vezeték hossza, v pedig a sebessége.

- Eszközök:

különböző menetszámú tekercsek, rúd mágnesek, analóg középállású mérőműszer, vezeték

- Kísérlet:

A mozgási indukció jelenségét úgy is létrehozhatjuk, hogy vezetékként egy tekercset alkalmazunk. Mivel a mozgás viszonylagos, akkor is létrejön a jelenség, ha nem a vezetéket mozgatjuk, hanem egy mágnes a tekercs belsejében, a körülötte lévő mezővel együtt. Ilyen módon vizsgálhatjuk az indukált feszültséget befolyásoló tényezőket.

1. A tekercs kivezetéseihez kapcsolj egy feszültségmérőt! Először nagyobb méréshatárt alkalmazz, ha szükséges, majd lehet csökkenteni.

Mozgass egy mágnes a tekercs belsejében befelé, kifelé, gyorsabban, lassabban!

Mit tapasztalsz?

A mozgás iránya határozza meg, hogy merre tér ki a mutató, vagyis a feszültség polaritását.

Minél gyorsabb a mozgás, annál nagyobb feszültség keletkezik.

2. Fordítsd meg a mágnes, és ismételd meg a kísérletet!

A mágnes pólusainak felcserélése, vagyis a mágneses indukció irányának megfordítása a feszültség polaritását változtatta meg.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA


Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

3. Ezután tedd egymás mellé a két mágnezt azonos állásban, majd az egyiket megfordítva, és így is hajtsd végre a kísérletet!

Azonos állásban erősebb a mágneses mező, ilyenkor nagyobb feszültség keletkezik, fordított állás esetén, gyengébb mezőnél pedig kisebb.

4. Most cseréld ki a tekercset egy nagyobb menetszámúra, és egy mágnessel vizsgáld a jelenséget!

A nagyobb menetszám (hosszabb vezeték) esetén nagyobb feszültség keletkezik, ha a többi körülmény azonos.

b) Nyugalmi indukció

- Elmélet:

A mágneses mezőt mágneses indukcióvonalakkal szemléltetjük. A vonalak érintője az indukció (B) irányát mutatja meg, a vonalak sűrűsége pedig a mező erősségét szemlélteti. Az A felület fluxusa a rajta áthaladó vonalak számát mutatja meg.

$\Phi = BA$ ahol B a mágneses indukció A felületre merőleges komponense.

Ha egy felület fluxusa megváltozik, körülötte örvényes elektromos mező indukálódik.

Ha vezeték veszi körül a változó fluxust, abban nyitott kör esetén feszültség, zárt kör esetén áram indukálódik. Az áram iránya Lenz törvénye szerint olyan, hogy akadályozza az őt létrehozó hatást.

- Eszközök:

zárt vasmagon két tekercs, zsebtelep, vezetékek, kapcsoló, voltmérő, rúd mágnes, nyitott és zárt alumíniumkarika

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok

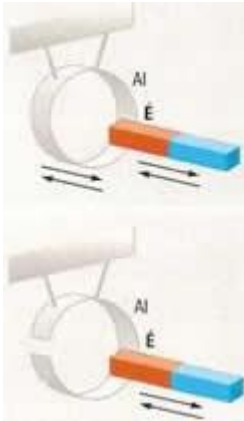


BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

- Kísérletek:

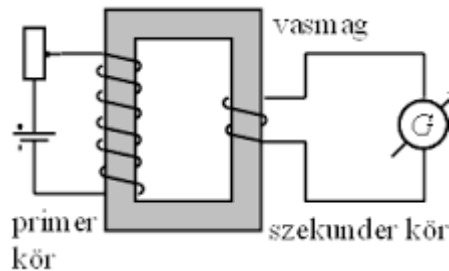
1. Az ábrán látható módon mozgasd a mágneset a felfüggesztett karikákban! Ilyen módon változik a karika által körülvevett fluxus.

Értelmezd a látottakat!



Tapasztalat: A nyitott karika nem reagál a mágnes mozgására, a zárt karika arra mozdul el, amerre a mágnes, Lenz törvényének megfelelően. A zárt körben indukált áram mágneses mezője és a rúd mágnes közötti kölcsönhatás okozza a mozgást.

2. A képen látható módon helyezd el a tekercseket közös vasmagon. Az egyik tekercshez (primer) kapcsolj zsebtelepet és kapcsolót, a másikhoz (szekunder) feszültségmérőt!



Figyeld a voltmérőt a primer kör zárásakor és nyitásakor, illetve tartósan zárt áramkör esetén!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tapasztalat, magyarázat:

A voltmérő csak a ki-és bekapcsoláskor jelez feszültséget. Ennek oka, hogy ilyenkor változik az áramerősség és vele együtt az indukciófluxus, ami a zárt vasmag miatt a szekunder tekercs belsejében is megjelenik. Ennek hatására feszültség indukálódik.

- 3. Kísérlet:

Cseréld ki a szekunder tekercset nagyobb menetszámúra, és hasonlítsd össze az indukált feszültséget az előzővel!

Tapasztalat:

Nagyobb feszültség indukálódik.

- Kérdések:

A kísérlet során összeállított berendezés lényegében egy transzformátor. Mire használják a gyakorlatban a transzformátort?

A feszültség fel- vagy letranszformálására.

Milyen típusú feszültség átalakítására alkalmas?

Váltakozó feszültség átalakítására, mert a nyugalmi indukció csak változás hatására jön létre.

Milyen kapcsolat van a primer és szekunder feszültség között?

$$\frac{U_p}{U_{sz}} = \frac{N_p}{N_{sz}}$$

ahol N a menetszámot jelöli.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

8. Hőtágulás

- Elmélet:

Az anyagok térfogata melegítés hatására általában növekszik. Ez a jelenség a hőtágulás. A térfogatváltozás szilárd anyagok, folyadékok és állandó nyomású gázok esetében is egyenesen arányos az eredeti térfogattal, és a hőmérsékletváltozással. Az arányossági tényező a térfogati hőtágulási együttható.

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

A tágulás mértéke legkisebb a szilárd anyagoknál, legnagyobb a gázoknál. A β a különböző gázoknál egyforma, egyébként az adott anyagra jellemző érték.

Mivel a szilárd testeknek önálló alakja van, vonalmenti (lineáris) hőtágulásukat is értelmezzük.

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$$

Szilárd anyagokra $\beta = 3\alpha$.

- Eszközök:

gyűrű-golyó, borszeszégő, ismert mennyiségű, szobahőmérsékletű víz lombikban, dugóval elzárva, amelyen ismert keresztmetszetű cső megy keresztül, hőmérő, vonalzó, meleg víz, Melde-cső, filctoll

- Kísérletek:

1. Szilárd testek hőtágulásának vizsgálata

Engedd át a golyót a gyűrűn! Mit tapasztalsz?

Éppen átfér rajta.

Melegítsd borszeszégővel a golyót, majd próbáld újra átengedni a gyűrűn!

Nem fér át rajta.

Tedd a golyót hideg vízbe, ha lehűlt, próbálkozz újra!

Újra átfér a gyűrűn.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Végezd el a kísérletet úgy is, hogy a golyó felmelegítése után a gyűrűt is felmelegíted!
Írd le mit tapasztalsz!

A melegítés hatására a gyűrűn nagyobb méretű lesz a lyuk, így átfér rajta a golyó.

Hogy lehetett volna másképpen elérni, hogy a felmelegített golyó átférjen a gyűrűn?

A gyűrűt is melegíteni kellett volna.

2. Folyadékok hőtágulásának vizsgálata

A víz térfogatváltozása alapján határozd meg, hány fokkal melegedett fel a lombikban lévő víz!

Jegyezd fel a lombikban lévő víz kezdeti térfogatát, és jelöld meg a csövön a vízszintet!

$$V_0 = \quad \text{cm}^3$$

Állítsd bele a lombikot meleg vízbe úgy, hogy kb. a dugóig ellepje! Óvatosan kevergetheted is a vizet, hogy hamarabb kiegyenlítődjön a hőmérséklet a két vízmennyiség között!

Mérd meg, mennyivel emelkedett a csőben a folyadék szintje!

$$h = \quad \text{cm}$$

A cső megadott keresztmetszete: $A = \quad \text{cm}^2$

$$\Delta V = Ah = \quad \text{cm}^3$$

A mért adatokat, és a víz táblázatból kikeresett hőtágulási együtthatóját felhasználva:

$$\Delta T = \frac{\Delta V}{\beta V_0} = \quad \text{°C}$$

A víz bizonyos hőmérsékleti tartományban rendellenesen viselkedik. Nem befolyásolta ez az előbbi mérésünket? Mit jelent a rendellenes viselkedése?

0 °C és 4°C között melegítve csökken a térfogata, utána növekszik. Mivel szobahőmérsékletű vizet kezdtünk melegíteni, már a hőtágulás törvényszerűsége szerint viselkedett.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

3. Gázok hőtágulásának vizsgálata állandó nyomáson

A Melde-csövet tartsd nyitott végével fölfelé, függőlegesen. Jegyezd be a csövön a levegő és a higanyoszlop határát! Ezután állítsd meleg vízbe a csövet (változtatlan helyzetben) úgy, hogy a levegőoszlop teljesen benne legyen! Ha megállapodott a higanyoszlop, jelöld be az újabb helyzetét!

Mérd meg a levegőoszlop kezdeti és a későbbi hosszát!

$$l_o = \quad \text{cm}$$

$$l = \quad \text{cm}$$

Tekintsd ideális gáznak a levegőt, tehát legyen $\beta = \frac{1}{273} \frac{1}{^\circ\text{C}}$!

Számítsd ki a levegő hőmérsékletváltozását!

$$\Delta T = \frac{\Delta V}{\beta V_o} = \frac{A \Delta l}{\beta A l_o} = \frac{\Delta l}{\beta l_o} = \quad \text{°C}$$

A mérések során elhanyagoltuk az üveg hőtágulását.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

9. Gázok állapotváltozásai I.

Izobár állapotváltozás

- Elmélet:

Adott mennyiségű gáz állandó nyomáson történő (izobár) állapotváltozása során a gáz térfogata és abszolút hőmérséklete között egyenes arányosság van.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Ez Gay-Lussac I. törvénye

- Eszközök:

Melde-cső, mérőszalag, filctoll

- Kísérlet:

A Melde-cső egyik végén zárt üvegcső, amibe levegőt zár be egy kis higanyoszlop. Mivel a higany könnyen mozgó dugattyúként viselkedik, a cső változatlan helyzetében biztosítja a levegő állandó nyomását.

Jegyezd fel a szoba, és egyben a csőben lévő levegő kezdeti hőmérsékletét!

$$T_1 = \quad \text{°C} = \quad \text{K}$$

Tartsd a csövet vízszintes helyzetben, és mérd meg a levegőoszlop hosszát!

$$l_1 = \quad \text{cm}$$

Ezután melegítsd a csőben lévő levegőt a kezdeddel, és továbbra is vízszintes helyzetben mérd meg a levegőoszlop hosszát!

$$l_2 = \quad \text{cm}$$

A fenti törvény alapján számítsd ki, hány fokra melegítetted fel a levegőt!

Ha a cső keresztmetszete A , a levegő térfogata $V = Al$.

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{Al_2 T_1}{Al_1} = \frac{l_2 T_1}{l_1} = \quad \text{K} = \quad \text{°C}$$

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

- Mennyi a cső vízszintes helyzetében a bezárt levegő nyomása?

Megegyezik a külső légnyomás értékével, azaz kb. 10^5Pa .

Izochor állapotváltozás

- Elmélet:

Adott mennyiségű gáz állandó térfogaton történő (izochor) állapotváltozása során a gáz nyomása és abszolút hőmérséklete között egyenes arányosság van.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Ez Gay-Lussac II. törvénye.

- Eszközök:

dugóval légmentesen lezárható kis üvegcső vagy kémcső, meleg víz, hőmérő

- Kísérlet:

A légmentesen záró dugó biztosítja a bezárt levegő állandó térfogatát.

Mérések és számítások segítségével becsüld meg, hogy a szobahőmérsékleten bezárt, és felmelegített levegő esetén mekkora tapadási erő hat a dugóra!

A bezárt levegő kezdeti nyomása és hőmérséklete megegyezik a külső levegőével.

$$p_1 = 10^5 \text{Pa}$$

$$T_1 = \quad \quad \quad ^\circ\text{C} = \quad \quad \quad \text{K}$$

Melegítsd fel meleg víz segítségével a bezárt levegőt! Miután vélhetően kialakult a közös hőmérséklet, mérd meg a víz hőmérsékletét!

$$T_2 = \quad \quad \quad ^\circ\text{C} = \quad \quad \quad \text{K}$$

A fenti törvény alapján számold ki a bezárt levegő nyomását!

$$p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \quad \quad \quad \text{Pa}$$

Az A keresztmetszetű dugót a belső és a külső nyomás különbségéből származó erő nyomja kifelé, melynek nagysága:

$$(p_2 - p_1)A$$

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

$$A = r^2\pi = \quad \text{cm}^2 = \quad \text{m}^2$$

A dugóra ható tapadási erő ezzel az erővel azonos nagyságú, és ellentétes irányú, így biztosítja a dugó egyensúlyát.

$$F_{\text{tap}} = (p_2 - p_1)A = \quad \text{N}$$

Miért tekinthetjük csak becslésnek a kapott eredményt? Milyen tényezők okozhatnak pontatlanságot a mérés, számítás során?

- A külső légnyomás értékét nem mértük.
- Amikor bedugtuk a csövet, picit összenyomtuk a levegőt, megváltoztatva ezzel a nyomását.
- Nem tudtuk ellenőrizni a hőmérsékletek kiegyenlítődségét.
- A dugó két végét egyenlő felületűnek vettük. Itt a mérési pontatlanság is elég nagy lehet.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

10. Gázok állapotváltozásai II.

Izoterm állapotváltozás

- Elmélet:

Adott mennyiségű gáz állandó hőmérsékleten történő (izoterm) állapotváltozása során a gáz nyomása és térfogata között fordított arányosság van.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

Ez a Boyle-Mariotte törvény.

- Eszközök:

Melde-cső, mérőszalag

- Kísérlet:

Ha a Melde-csövet egyik helyzetéből átfordítjuk egy másik helyzetbe, a levegő hőmérséklete nem változik észrevehetően, tehát izoterm folyamatnak tekinthetjük.

Mivel $V = Al$, a Boyle-Mariotte törvény szerint

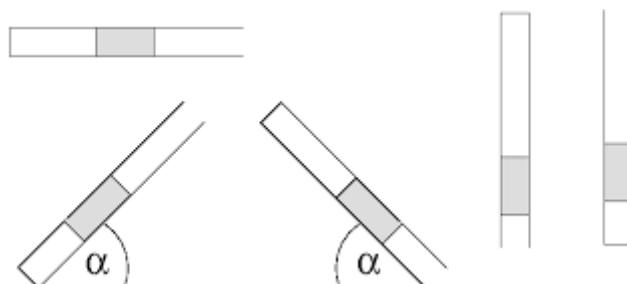
$$p_1 l_1 = p_2 l_2$$

A bezárt levegő nyomása:

$$p = p_k + p_{\text{higany}}$$

A külső légnyomás: $p_k = 76 \text{ Hgcm}$

A higany nyomása: $p_{\text{higany}} = h \text{ Hgcm}$, ahol h a higanyoszlop függőlegesen mért magassága cm-ben.



TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Legyen a cső kezdeti helyzete függőleges, nyitott végével fölfelé.

Mérd meg a levegőoszlop hosszát (l_1), és a higanyoszlop függőleges magasságát (h_1)!

Fordítsd el a csövet úgy, hogy a vízszintessel 60° -os szöget zárjon be, majd legyen a szög 45° , 30° , és végül legyen a cső vízszintes. Minden esetben mérd meg l és h értékét!

Töltsd ki a táblázatot!

(Ha milliméterpapír előtt forgatjuk a csövet, könnyebb h értékét leolvasni.)

	függőleges	60°	45°	30°	vízszintes
$l(\text{cm})$					
$h(\text{cm})$					
$p_{\text{higany}}(\text{Hgcm})$					
$p = p_k + p_{\text{higany}}$					
p_l					

- A Boyle-Mariotte törvényből adódóan: $p_l = \text{állandó}$.
Ellenőrizd, megfelelnek-e ennek a mérés eredményei! Ha nem, mi okozhatja az eltérést?
A külső légnyomásra adott közelítő érték, és a hosszmérés pontatlanságai.
- Ábrázold koordináta-rendszerben a bezárt levegő nyomását (p) a levegőoszlop hosszának (l) függvényében!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

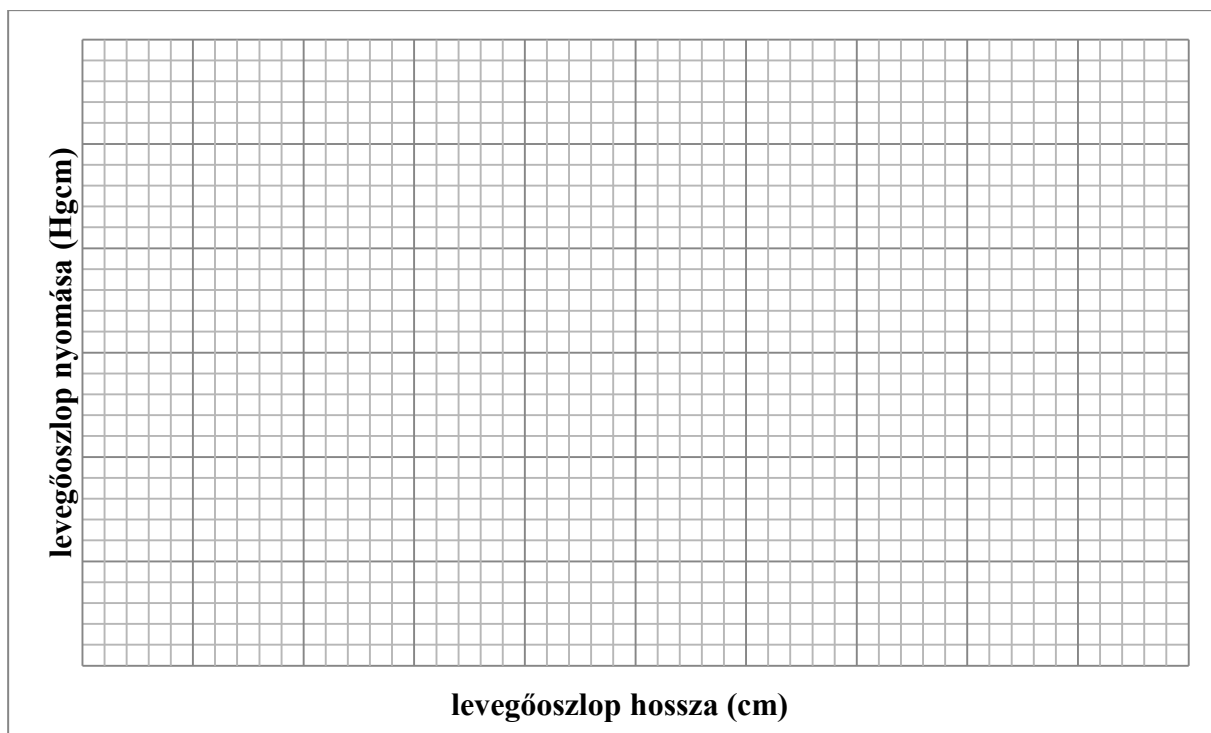
SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



Milyen görbére illeszkednek az izoterm állapotváltozást szemléltető pontok?

Hogy nevezzük ezt a grafikont?

A fordított arányosság miatt hiperbolára. A fizikában a neve izoterma.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020


MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

11. Termikus kölcsönhatás I.

- Elmélet:

Ha különböző hőmérsékletű anyagokat összekeverünk, termikus kölcsönhatás jön létre. Ha a környezettől elzárt rendszerben történik a kölcsönhatás, a melegebb által leadott energiát a hidegebb veszi fel, és kialakul egy közös hőmérséklet.

$$Q_{le} = Q_{fel}$$

Ha nem történik halmazállapot-változás, csak melegedés vagy lehűlés, akkor

$$Q = cm\Delta T$$

ahol Q a hőmennyiség, c az anyag fajhője, m a tömege, ΔT a hőmérsékletváltozás nagysága.

- Eszközök:

mérőhengerek, víz, a víz melegítéséhez eszköz, hőmérők, kaloriméterek, erőmérő, fémtest, üveghengerek

a) Közös hőmérséklet vizsgálata

- Kísérlet:

Készíts elő három egyforma kalorimétert, és mindegyikbe önts azonos mennyiségű hideg vizet! (Kb. a harmadáig.) Mérd meg a víz hőmérsékletét!

Ezután ugyanabból a forró vízből önts különböző mennyiségeket a kaloriméterekbe! Előtte mérd meg a forró víz hőmérsékletét is, és minden esetben a víz mennyiségét!

Mérd meg a kialakuló közös hőmérsékleteket!

Az adatokat írd be a táblázatba!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

t_{meleg}			
t_{hideg}			
V_{hideg}			
V_{meleg}			
$T_{\text{közös}}$			

Tapasztalat:

A közös hőmérséklet függ az összekevert anyagok mennyiségétől. Egyforma anyagok esetében, amelyeknek nagyobb a mennyisége, annak a hőmérsékletéhez lesz közelebb a közös hőmérséklet.

b) Ismeretlen anyagú test fajhőjének meghatározása

Mérés:

Határozd meg a test fajhőjét, a forró test és hideg víz között kialakuló termikus kölcsönhatás alapján!

Mérd meg a test súlyát, add meg a tömegét!

$$G_{\text{test}} = \quad N \quad \rightarrow \quad m_{\text{test}} = \quad kg$$

Tedd a testet forró vízbe, és amikor már feltehetően átmelegedett, mérd meg a víz (és a test) hőmérsékletét!

$$T_{\text{test}} = \quad ^\circ\text{C}$$

Kaloriméterbe önts hideg vizet, aminek előzőleg megmérted a térfogatát! Mérd meg a hőmérsékletét!

$$V_{\text{víz}} = \quad \text{cm}^3 \quad \rightarrow \quad m_{\text{víz}} = \quad g = \quad kg$$

$$T_{\text{víz}} = \quad ^\circ\text{C}$$

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tedd bele a vízbe a testet, várd meg, amíg kiegyenlítődik a hőmérsékletük!

Olvasd le a közös hőmérsékletet!

$$T_{\text{közös}} = \quad \text{°C}$$

Számítsd ki a hőmérsékletváltozások értékét!

$$\Delta T_{\text{víz}} = T_{\text{közös}} - T_{\text{víz}} = \quad \text{°C}$$

$$\Delta T_{\text{test}} = T_{\text{test}} - T_{\text{közös}} = \quad \text{°C}$$

A termikus kölcsönhatás energiamérlege:

$$c_{\text{víz}} m_{\text{víz}} \Delta T_{\text{víz}} = c_{\text{test}} m_{\text{test}} \Delta T_{\text{test}} \downarrow$$

$$c_{\text{test}} = \frac{c_{\text{víz}} m_{\text{víz}} \Delta T_{\text{víz}}}{m_{\text{test}} \Delta T_{\text{test}}} = \quad \frac{J}{kg^{\circ}C}$$

A víz fajhőjének értékét keresd meg táblázatból!

- Miért kaloriméterben vizsgáltuk a termikus kölcsönhatást?

Mert a kaloriméter hőszigetelő tulajdonsággal rendelkezik, így a környezetet valamennyire kizárja a folyamatból, így a rendszer energiája állandó.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium

Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.

www.ozdijag.hu

www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

12. Termikus kölcsönhatás II.

- Lehetséges, hogy a termikus kölcsönhatás során halmazállapot-változás is történik. Ez hő felvételével, vagy leadásával jár. A hőmennyiség nagyságát mindkét esetben

$$Q = Lm$$

képlettel számolhatjuk.

L_o : olvadáshő (olvadás és fagyás esetén)

L_f : forráshő (forrás és lecsapódás esetén)

L_p : párolgáshő (párolgás esetén, egy megadott hőmérsékleten)

Az L értéke mindig az adott anyagra jellemző.

A halmazállapot-változás közben az anyag hőmérséklete állandó.

A melegedés vagy lehűlés esetén felvett, illetve leadott hőt a

$$Q = cm\Delta T$$

képlettel számíthatjuk.

- Eszközök:
jégkockák, víz, hőmérő, mérleg, mérőhenger, kaloriméter
- Mérés:
Termikus kölcsönhatás alapján határozd meg a vízbe tett jégkockák hőmérsékletét!
- Mérj ki mérőhengerrel meleg vizet, és öntsd bele a kaloriméterbe! Mérd meg a hőmérsékletét!

$$V_{\text{víz}} = \quad \text{cm}^3 \quad \rightarrow \quad m_{\text{víz}} = \quad \text{g} = \quad \text{kg}$$

$$T_{\text{víz}} = \quad \text{°C}$$

Mérd meg a mérlegen néhány jégkocka tömegét!

$$m_{\text{jég}} = \quad \text{g} = \quad \text{kg}$$

Tedd bele a jégkockákat a kaloriméterben lévő vízbe, várd meg, amíg elolvadnak, és kialakul a közös hőmérséklet! Mérd meg a hőmérsékletet!

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

$$T_{\text{közös}} = \quad \text{°C}$$

$$\Delta T_{\text{víz}} = T_{\text{víz}} - T_{\text{közös}} = \quad \text{°C}$$

A termikus kölcsönhatás energiamérlege:

$$c_{\text{jég}} m_{\text{jég}} \Delta T_{\text{jég}} + L_o m_{\text{jég}} + c_{\text{víz}} m_{\text{jég}} (T_{\text{közös}} - 0^\circ\text{C}) = c_{\text{víz}} m_{\text{víz}} \Delta T_{\text{víz}} \downarrow$$

$$\Delta T_{\text{jég}} = \frac{c_{\text{víz}} m_{\text{víz}} \Delta T_{\text{víz}} - c_{\text{víz}} m_{\text{jég}} T_{\text{közös}} - L_o m_{\text{jég}}}{c_{\text{jég}} m_{\text{jég}}} = \quad \text{°C}$$

$$T_{\text{jég}} = 0^\circ\text{C} - \Delta T_{\text{jég}} = \quad \text{°C}$$

- Az előbbi mérés során a kölcsönhatás eredményeképpen víz volt a kaloriméterben. Lehetett volna más végeredmény is? Ha igen, mi lehetett volna?

A kiinduló anyagok tömegétől és hőmérsékletétől függ a végállapot. Lehet, hogy az összes víz megfagy, vagy 0 °C-os víz-jég keverék keletkezik.

- A halmazállapot megváltozása közben az anyag hőmérséklete állandó. Mi történik ilyenkor a felvett illetve leadott energiával?

Csökken illetve nő a részecskék közötti kölcsönhatás erőssége, megváltozik az anyag szerkezete, halmazállapota.

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0055

„A természettudományos oktatás megújítása és laboratórium kialakítása az ózdi BAZ Megyei József Attila Gimnázium, Szakképző Iskola és Kollégiumban”

Ózdi József Attila Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium
Cím: 3600 Ózd, Bem út 14.
www.ozdijag.hu
www.szechenyi2020.hu

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFECTETÉS A JÖVŐBE