**TÁMOP-3.1.3. „*A természettudományos közoktatási laboratórium kialakítása a Vetési Albert Gimnáziumban*”**

**Fizika**

**tanulói munkafüzet**

**12-13. évfolyam**

Készítette:

Kovács Ilona

tanár

Tartalomjegyzék

Munka- és balesetvédelmi szabályzat 2

Súrlódási együttható meghatározása 4

Sűrűségmérés Archimédész törvénye alapján 7

Légnyomás mérése Melde-csővel 10

Só oldáshőjének meghatározása 13

A termikus kölcsönhatás vizsgálata 16

Ekvipotenciális pontok keresése elektromos teknőben 19

Fémek fajlagos ellenállásának mérése 21

Ellenállások soros és párhuzamos kapcsolása 24

Ellenállás mérése Wheatstone- híddal 27

Telep elektromotoros erejének és belső ellenállásának meghatározása 30

Telepek soros és párhuzamos kapcsolása 33

Transzformátor vizsgálata 36

Test tömegének meghatározása rezgőmozgás segítségével 40

Gravitációs gyorsulás meghatározása fonálingával 43

Hang terjedési sebességének meghatározása 40

Domború lencse fókusztávolságának meghatározása 42

Üveg törésmutatójának mérése Hartl-koronggal 44

Fény hullámhosszának mérése optikai ráccsal 46

Fotocella vizsgálata 48

Napelem vizsgálata 51

Források 54

**A laboratóriumi kísérletezés munka- és balesetvédelemi szabályai**

1. Tanári felügyelet nélkül a laboratóriumba a tanulók nem léphetnek be, nem tartózkodhat annak területén!
2. Gondoskodjunk róla, hogy a tanulók mobiltelefont csak kikapcsolt állapotban hozzák be a laboratóriumba, a telefon bekapcsolása valamint használata a bent tartózkodás időtartama alatt TILOS!
3. A kísérletek előkészítését, bemutatását valamint végrehajtatását kellő körültekintéssel hajtsuk, illetve hajtassuk végre. A feladat végrehajtás előtt győződjünk meg róla, hogy az alkalmazott eszközök, demonstrációs anyagok nem sérültek, rongálódtak. A legegyszerűbb kísérlet is baleset, sérülés forrása lehet, ha nem az előírt minőségű eszközöket, anyagokat használjuk.
4. Gondoskodjunk róla, hogy a mérőműszerek, szemléltető eszközök, segédanyagok használata csak a rendeltetésüknek megfelelően történjen, az attól eltérő alkalmazás balesetet, rendkívüli meghibásodást okozhat!
5. A sérülések, balesetek elkerülése érdekében kísérjük figyelemmel, hogy a tanulók a kísérletek előkészítése, illetve végrehajtása során csak utasításainknak megfelelően tevékenykedjenek! A foglalkozást megelőzően, röviden ismertessük a végrehajtandó feladatot, és a végrehajtás főbb mozzanatait, valamint az esetleges veszélyforrásokra külön hívjuk fel a tanulók figyelmét!
6. Az érdemi munka befejeztével győződjünk meg arról, hogy az alkalmazott eszközök a kiindulási helyzetnek megfelelően kerülnek hátrahagyásra, a szabálytalanul tárolt eszközök balesetet okozhatnak, illetve károsodhatnak.
7. A laboratóriumból történő távozást megelőzően győződjünk meg róla, hogy a helyiségben tűz-, balesetveszélyes helyzetet nem hagyunk hátra. A laboratórium működési rendjének megfelelően hajtsuk végre az áramtalanítást.
8. Baleset bekövetkezése esetén a lehető leggyorsabban mérjük fel a sérülés, illetve sérülések mértékét, kezdjük meg a sérültek ellátását, amennyiben úgy ítéljük meg, kérjük az iskola egészségügyi személyzetének segítségét, vagy amennyiben a helyzet megkívánja haladéktalanul hívjunk mentőt. Egyértelmű utasításokkal szabjunk feladatot a tanulók tevékenységét illetően, elkerülve ezzel a további balesetek bekövetkezését illetve, az esetleges anyagi károk gyarapodását.
9. A fizikai kísérletek leggyakoribb veszélyforrása az elektromos áram. Baleset esetén meg kell bizonyosodni arról, hogy a balesetes nincs már feszültség alatt. A baleset helyén elsődleges feladat a kapcsolótáblán lévő főkapcsoló lekapcsolása!
10. Az elektromos balesetek elkerülhetők, ha betartjuk és betartatjuk az érintésvédelmi szabályokat! A hallgatói áramkörök minden esetben feszültségmentes állapotban kerüljenek összeállításra, azt követően csak ellenőrzésünk után, és engedélyünkkel kössék rá a tápfeszültséget. Üzemzavar esetén kérjük a labor dolgozóinak segítségét.
11. **Tűz esetén**, vagy tűzveszélyes helyzetben, azonnal értesítsük a labor személyzetét! Határozottan utasítsuk a tanulókat a labor elhagyására! A laboratóriumban széndioxiddal oltó tűzoltókészülékek vannak elhelyezve. Csak akkor kezdjük el használni azokat, ha jártasnak érezzük magunkat a készülék működtetésében. Tűzoltókészülékkel embert oltani nem szabad!
12. A laborban az eszközökön valamint a berendezéseken található jelzések, ábrák jelentései:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Figy1 | Figy14 | Figy7 | Figy3 |
| **Vigyázz!**  **Forró felület!** | **Vigyázz!**  **Alacsony hőmérséklet!** | **Vigyázz!**  **Tűzveszély!** | **Vigyázz!**  **Mérgező anyag!** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Figy12 | Figy6 | Figy10 |
| **Vigyázz!**  **Radioaktív sugárzás!** | **Vigyázz!**  **Áramütés veszélye!** | **Vigyázz!**  **Lézersugár!** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Súrlódási együttható meghatározása**

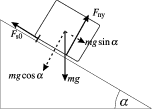
**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| próbatest állítható hajlásszögű lejtő szögmérő |  |

**A kísérlet leírása**

*Tapadási súrlódási együttható meghatározása*  
A lejtő és a test között fellépő tapadási és csúszási együtthatót is meghatározzuk. A mérést szögmérésre vezetjük vissza. A lejtőre helyezett test egyensúlyban van, ha a rá ható erők eredője nulla, azaz  →  → .

A kísérlet során a testet a lejtőre helyezzük, majd a hajlásszöget fokozatosan emelve, megmérjük azt a szöget, amelynél a test megmozdul.



*Csúszási súrlódási együttható meghatározása*  
A lejtőt a tapadási súrlódási együttható meghatározásakor kapott αo szögnél valamivel kisebbre állítjuk. A ráhelyezett testet kissé meglökjük, az egyenletesen csúszik a lejtőn.   
Az egyenletes mozgás dinamikai feltétele:  →   
(Ha a test gyorsulva mozog, a lejtőt kisebb szögre állítjuk, ha a test a meglökés után megáll, a hajlásszöget nagyobbra állítjuk.)

A három – három mérés eredményeit táblázatba rögzítjük.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **αo (fok)** |  |  |  | − |
| **μo** |  |  |  |  |
| **α (fok)** |  |  |  | − |
| **μ** |  |  |  |  |

**Következtetések**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

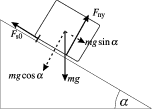
**Súrlódási együttható meghatározása**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A súrlódási együttható mérését szög mérésre vezetjük vissza.

A lejtőre helyezett test egyensúlyban van, ha a rá ható erők eredője nulla, azaz   
 →  → .



A mérés kivitelezése: A kísérlet során a testet a lejtőre helyezzük, majd a hajlásszöget fokozatosan emelve, megmérjük azt a szöget (αo), amelynél a test megmozdul.

Számítsa ki a mérés hibáját is!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **αo (fok)** |  |  |  | − |
| **μo** |  |  |  |  |
| **α (fok)** |  |  |  | − |
| **μ** |  |  |  |  |

Számolás: 



Eredmény: A tapadási súrlódási együttható értéke: 

A csúszási súrlódási együttható értéke: 

Értékelés: (Hibaokok megnevezése)

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Sűrűségmérés Archimédész törvénye alapján**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| nagyobb főzőpohár  rugós erőmérő  ismeretlen sűrűségű test  víz  ismeretlen sűrűségű folyadék |  |

**A kísérlet leírása**

**Szilárd test sűrűségének meghatározása**

Egy test sűrűsége: 

Rugós erőmérővel megmérjük a test súlyát levegőben *Gl*ev, majd a testet vízbe merítve *Gvíz*. A két adat különbsége a testre a vízben ható felhajtóerő: .

Ebből a test térfogata: 

Így sűrűsége: 

A víz sűrűségét vegyük nek

**Folyadék sűrűségének meghatározása**

Az ismeretlen sűrűségű folyadék sűrűségét összehasonlítjuk a víz sűrűségével.

A test súlyát mérjük levegőben *Gl*ev, vízben *Gvíz* és a folyadékban *Gfoly*.

A felhajtóerők:  
vízben: 

folyadékban: 

ahol *V* a test térfogatát jelöli.

A két összefüggésből:



A méréseket elvégezve az adatokat táblázatba foglaljuk és meghatározzuk a sűrűségeket.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 1. | 2. | 3. |
| **A test súlya levegőben (N)** |  |  |  |
| **A test súlya vízben (N)** |  |  |  |
| **A test súlya folyadékban (N)** |  |  |  |

**Következtetések:**

Milyen anyagból készülhetett az ismeretlen sűrűségű test?

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Sűrűségmérés Archimédesz törvénye alapján**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve:

**Szilárd test sűrűségének meghatározása**

Egy test sűrűsége: . Rugós erőmérővel megmérjük a test súlyát levegőben *Gl*ev, majd a testet vízbe merítve *Gvíz*. A két adat különbsége a testre a vízben ható felhajtóerő: . Ebből a test térfogata: .

Így sűrűsége: 

**Folyadék sűrűségének meghatározása**

Az ismeretlen sűrűségű folyadék sűrűségét összehasonlítjuk a víz sűrűségével.

A test súlyát mérjük levegőben *Gl*ev, vízben *Gvíz* és a folyadékban *Gfoly*.

A felhajtóerők:  
vízben: 

folyadékban: , ahol *V* a test térfogatát jelöli.

A két összefüggésből: 

A mérés kivitelezése:

**Szilárd test sűrűségének meghatározása**

Rugós erőmérővel mérje meg a test súlyát levegőben *Gl*ev,   
majd a testet vízbe merítve *Gvíz*.

A mérési adatokat foglalja táblázatba!

Határozza meg a test sűrűségét!

A víz sűrűségét vegye nek.

**Folyadék sűrűségének meghatározása**

A test súlyát mérje meg levegőben *Gl*ev,   
vízben *Gvíz* és a  
 folyadékban *Gfoly*.

A mérési adatokat foglalja táblázatba!

Határozza meg a test sűrűségét!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **1.** | **2.** | **3.** |
| **A test súlya levegőben (N)** |  |  |  |
| **A test súlya vízben (N)** |  |  |  |
| **A test súlya folyadékban (N)** |  |  |  |

Számolás:

A test sűrűsége: 

A folyadék sűrűsége: =

Eredmény: A keresett sűrűségek:





A test anyaga lehet:

Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Légnyomás mérése Melde-csővel**

**Munkarend és balesetvédelem**

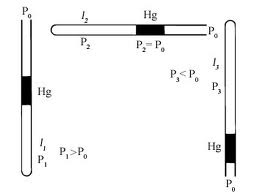
|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| Melde-cső mm beosztású lécen  légnyomásmérő | Figy3 |

**A kísérlet leírása**

A Melde-csövet vízszintes, majd függőleges helyzetbe állítjuk. A Melde-cső függőlegesen egyszer nyitott, egyszer zárt végével néz fölfelé.

Az egyes helyzetek között elegendően nagy időt hagyunk arra, hogy a higanyszál által bezárt levegő és a külső levegő hőmérséklete kiegyenlítődjön. Ekkor a bezárt levegőre érvényes Boyle-Mariotte törvénye.

Mindhárom helyzetben megmérjük a bezárt levegőoszlop hosszát, illetve mérjük a higanycsepp hosszát. A nyomást Hgcm-ben mérjük, illetve számoljuk, így a nyomásmérést hosszúságmérésre vezetjük vissza. (1 Hgcm=13,33 Pa)



A két függőleges helyzetre felírt Boyle-Mariotte törvényből:



**Megfigyelések, tapasztalatok**A számolt értéket hasonlítsuk össze a teremben lévő levegő nyomásával!

**Következtetések:**

Adjunk meg hibaokokat!

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Légnyomás mérése Melde-csővel**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: Boyle-Mariotte törvénye: állandó mennyiségű gáz nyomásának és térfogatának szorzata állandó, ha a gáz hőmérséklete közben nem változik.

A mérés kivitelezése:

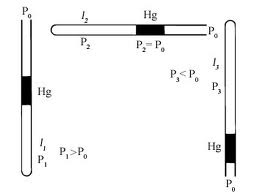
A Melde-csövet állítsa három különböző helyzetbe az ábra szerint. A függőleges Melde-csőnek egyszer a nyitott, egyszer a zárt vége néz fölfelé.

Az egyes helyzetek között elegendően nagy időt hagyjon arra, hogy a higanyszál által bezárt levegő és a külső levegő hőmérséklete kiegyenlítődjön. Ekkor a bezárt levegőre érvényes Boyle-Mariotte törvénye.

Mérje meg a higanycsepp hosszát!

Mindhárom helyzetben mérje meg a bezárt levegőoszlop hosszát!

A nyomást Hgcm-ben számolja, így a nyomásmérést hosszúságmérésre vezetheti vissza.



Mérési adatok:

A higanyoszlop hossza:……………………cm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ***l1*** | ***l2*** | ***l3*** |
| **levegő hossza (cm)** |  |  |  |

Számolás:

A két függőleges helyzet összehasonlítása alapján:





A levegő nyomása:



(1 Hgcm=13,33 Pa)

Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Só oldáshőjének meghatározása**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| kaloriméter  mérleg  hőmérő  víz  só |  |

**A kísérlet leírása**

Az ismert, *C* hőkapacitású kaloriméter tömegét lemérjük, majd vizet öntünk bele, a tömeget ismét mérjük. Így a víz tömegét pontosan meghatározzuk: *mv*. Hőmérővel meghatározzuk a kiindulási hőmérsékletet: *To*. Hozzákeverünk *m* tömegű sót. Folyamatosan kevergetve figyeljük a hőmérsékletváltozását. Ha már nem süllyed tovább, a közös hőmérsékletet lejegyezzük: *Tk*.

A só feloldásához szükséges energiát a víz, a kaloriméter és a só lehűlésekor felszabaduló energia fedezte. Ennek egyenlete:

.

Ebből: , ahol 

A mérés eredményeit táblázatban rögzítjük.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **üres kaloriméter tömege (g)** | **kaloriméter + víz tömege (g)** | **a só tömege *m* (g)** | **kiindulási hőmérséklet To (K)** | **közös hőmérséklet Tk (K)** |
|  |  |  |  |  |

**Következtetések**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Só oldáshőjének meghatározása**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A só oldódásához energia szükséges. Ha kaloriméterbe vizet és sót teszünk, s azt lassan kevergetjük, a só feloldódik, közben a víz hőmérséklete csökken. A só feloldásához szükséges energiát a víz, a kaloriméter és a só lehűlésekor felszabaduló energia fedezte.

A mérés kivitelezése:

Az ismert, *C* hőkapacitású kaloriméter tömegét mérje le, majd öntsön bele vizet, a tömeget ismét mérje le. Így a víz tömegét, *mv*-t pontosan meghatározhatja a két mért tömeg különbségeként.

Hőmérővel határozza meg a kiindulási hőmérsékletet: *To*.

Lassan keverjen a vízhez *m* tömegű sót.

A víz tömege kb 250 mg, a só tömege kb 50 mg legyen!

Folyamatosan kevergetve figyelje a hőmérséklet változását.

Ha a hőmérséklet már nem süllyed tovább,

a közös hőmérsékletet jegyezze le: *Tk*.

A folyamatban lejátszódó

energiaváltozások egyenlete:



Ebből: ,

ahol 

A mérések eredményeit írja be a táblázatba!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **üres kaloriméter tömege (g)** | **kaloriméter + víz tömege (g)** | **a só tömege *m* (g)** | **kiindulási hőmérséklet To (K)** | **közös hőmérséklet Tk (K)** |
|  |  |  |  |  |

Számolás: Az  összefüggés alapján

Eredmény: A só oldáshője:

Értékelés: A kapott értéket hasonlítsa össze a táblázatban szereplő adattal!

Lehetséges hibaokok:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**A termikus kölcsönhatás vizsgálata**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| nagyobb főzőpohár  kisebb, henger alakú alumíniumedény a fedőlapján két furattal  2 db egyforma hőmérő  drótból hajlított keverő  stopper  mérőhenger  csapvíz tartóedényben  meleg víz termoszban  milliméterpapír |  |

**A kísérlet leírása**

A nagyobb főzőpohárba ismert mennyiségű csapvizet öntünk, majd a vízbe helyezzük a fedőhöz rögzített belső fémedényt, illetve a fedő furatán átvezetett keverőpálcát.

A belső alumíniumhengerbe annyi meleg vizet öntünk, hogy a belső és a külső vízszint kb. megegyezik.

Egy-egy hőmérőt helyezünk a két edénybe, rövid várakozás után leolvassuk a hőmérsékleteket, és elindítjuk a stopperórát!

Egyenlő időközönként (célszerűen félpercenként) mérjük a két vízmennyiség hőmérsékletét.

4-5 perc eltelte után befejezzük a mérést!



Ugyanazon grafikonon ábrázoljuk a két vízmennyiség hőmérsékletét az idő függvényében.

A grafikon alapján megbecsülhető a közös hőmérséklet és meghatározható - egyszerű számítással - a belső hengerbe öntött meleg víz mennyisége.

A mért adatokat táblázatba foglaljuk és milliméter papíron ábrázoljuk.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

**Következtetések:**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**A termikus kölcsönhatás vizsgálata**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A meleg víz és a csapvíz termikus kölcsönhatásba lépnek. Eközben a meleg víz által leadott és a csapvíz által felvett energia mennyisége egyenlő. (Nem vesszük figyelembe az alumínium edény, a hőmérők szerepét a folyamatban.) 

A mérés kivitelezése:

A nagyobb főzőpohárba öntsön ismert mennyiségű csapvizet (800 ml), majd helyezze a vízbe a fedőhöz rögzített belső fémedényt, illetve a fedő furatán átvezetett keverőpálcát!

A belső alumíniumhengerbe öntsön annyi meleg vizet, hogy a belső és a külső vízszint kb. megegyezzen!

Helyezzen egy-egy hőmérőt a két edénybe, rövid várakozás után olvassa le a hőmérsékleteket, és indítsa el a stopperórát!

Mérje egyenlő időközönként (célszerűen félpercenként) a két vízmennyiség hőmérsékletét!

4-5 perc eltelte után szüntesse be a mérést!



Ábrázolja ugyanazon grafikonon a két vízmennyiség hőmérsékletét az idő függvényében!

A grafikon alapján becsülje meg a közös hőmérsékletet és határozza meg egyszerű számítással a belső hengerbe öntött meleg víz mennyiségét!

Mérési adatok:

csapvíz térfogata:………………..ml

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Kezdeti** | **0,5 perc** | **1,0 perc.** | **1,5 perc** | **2,0 perc** |
| **Meleg víz hőmérséklete (oC)** |  |  |  |  |  |
| **Csapvíz hőmérséklete (oC)** |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2,5 perc** | **3,0 perc** | **3,5 perc** | **4,0 perc.** | **4,5 perc** |
| **Meleg víz hőmérséklete (oC)** |  |  |  |  |  |
| **Csapvíz hőmérséklete (oC)** |  |  |  |  |  |

Grafikon készítése milliméter papíron

Közös hőmérséklet a grafikonról leolvasva: 

Számolás:

*V1*………………..*ml*= ………………*gr*= …………………….. *kg*



 ahol *m1* a csapviz, *m2* a meleg víz tömege

Ebből:



Eredmény:

 → 

Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Ekvipotenciális pontok keresése elektromos teknőben**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| 1 db műanyagkád, 1 db állvány mérőelektródával, 2 db rúdelektróda, 2 db kerek tárcsaelektróda,  milliméterpapír egyenáramú tápegység víz | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

****

Az összeállítás elkészítése során az elektródákat úgy helyezzük el, hogy azok a milliméterpapír rácspontjaira essenek.  
kb 5 V feszültséget kapcsolva az elektródákra, a mérőelektróda mozgatásával egy mmpapírra felrajzoljuk az ekvipotenciális görbéket.

A mérést két rúdelektróda illetve két különböző alakú elektróda esetén is végezzük el.

**Megfigyelések, tapasztalatok**Azonos alakú elektródák esetén  
különböző alakú elektródák esetén

**Következtetések**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Ekvipotenciális pontok keresése elektromos teknőben**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: .

****

Gyengén vezető elektrolitokban a sztatikus elektromos térhez hasonló szerkezetű mező alakul ki Pontszerű töltés m,ezőjében a potenciál fordítottan arányos a a töltéstől mért távolsággal, több töltés esetében a szuperpozíció elve érvényesül.

A mérés kivitelezése: Elkészítjük a kapcsolást az ábra alapján, ügyelve arra, hogy az elektródák a milliméterpapír rácspontjaira essenek.  
kb 5 V feszültséget kapcsolva az elektródákra, a mérőelektróda mozgatásával egy mmpapírra felrajzoljuk az ekvipotenciális görbéket.

A mérést két rúdelektróda illetve két különböző alakú elektróda esetén is végezzük el.

Mérési adatok: milliméter papíron mellékelve

Eredmény:

Értékelés: (Hibaokok megnevezése)

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Fém fajlagos ellenállásának mérése**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| ellenállás huzal feszültségmérő áramerősség mérő mérőszalag mikrométer tápegység | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

A fajlagos ellenállás mérését feszültség, áramerősség és hosszúság mérésre (a huzal hosszának és keresztmetszetének mérése) vezetjük vissza. Ohm törvénye alapján meghatározzuk a huzal ellenállását, majd az  összefüggésből  képlettel számítjuk ki az adott huzal fajlagos ellenállását.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A huzal hossza (m)** |  |  |  | − |
| **A huzal átmérője (mm)** |  |  |  | − |
| **Áramerősség (A)** |  |  |  | − |
| **Feszültség (V)** |  |  |  | − |
| **Fajlagos ellenállás (Ωm)(** |  |  |  |  |

**Következtetések**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

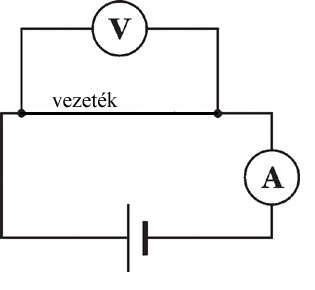
**Fém fajlagos ellenállásának mérése**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A fajlagos ellenállás mérését feszültség, áramerősség és hosszúság mérésre (a huzal hosszának és keresztmetszetének mérése) vezetjük vissza. Ohm törvénye alapján meghatározzuk a huzal ellenállását, majd az  összefüggésből

 képlettel számítjuk ki az adott huzal fajlagos ellenállását.



A mérés kivitelezése: Elkészítjük a kapcsolást az ábra alapján.

Három mérést végezzen különböző feszültségértékekkel. Számítsa ki a mérés hibáját is!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A huzal hossza (m)** |  |  |  | − |
| **A huzal átmérője (mm)** |  |  |  | − |
| **Áramerősség (A)** |  |  |  | − |
| **Feszültség (V)** |  |  |  | − |
| **Fajlagos ellenállás (Ωm)(** |  |  |  |  |

Számolás: 



Eredmény: A fajlagos ellenállás értéke: 

Értékelés: (Hibaokok megnevezése)

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Ellenállások soros és párhuzamos kapcsolása**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| kétféle izzó 3 – 3 darab foglalatok az izzókhoz  3 multiméter  feszültségforrás  csatlakozó vezetékek | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

Áramkört tervezünk, majd megépítjük a megadott feltételek alapján.

* + - 1. Olyan áramkör összeállítása a feladat, melyben az egyes ellenállásokon az átfolyó áramok erőssége egyenlő.
      2. Olyan áramkör összeállítása a feladat, melyben az egyes ellenállásokon ugyanakkora feszültség esik.

A kapcsolási rajzok elkészítése után összeállítjuk az áramköröket. Mindkét esetben méréssel igazoljuk állításunkat.

Az elméleti egyenlőség és a mért adatok közötti eltérést indokoljuk meg!

* + - 1. Igazoljuk a csomóponti törvényt méréssel két ellenállás (izzó) esetében!

A mérés eredményeit rögzítsük táblázatba!

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Főágban** | **R1 ellenálláson** | **R2 ellenálláson** | **R3 ellenálláson** |
| **áramerősség (mA)** |  |  |  |  |

**Következtetések: válaszoljunk a kérdésekre!**

Indokoljuk meg az elméleti egyenlőségtől való eltérés okait!

A csomóponti törvényre vonatkozó mérés estén számítsuk ki hány százalékkal tér el a mellékágakban folyó áramerősségek összege a főágban folyó áram erősségétől!

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Ellenállások soros és párhuzamos kapcsolása**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: Az áramkörökre vonatkozó Kirchhoff törvények és azok alkalmazása egyszerű soros illetve párhuzamos kapcsolások esetében.

**A mérés kivitelezése:**

* + - 1. Olyan áramkör összeállítása a feladat, melyben az egyes ellenállásokon az átfolyó áramok erőssége egyenlő. Helyezzen az áramkörbe3 izzót és mérőműszereket az állítás igazolására!

Készítse el a kapcsolási rajzot, mutassa be tanárának.

Ezután állítsa össze az áramkört. Ügyeljen a mérőműszerek helyes kapcsolására!

* + - 1. Olyan áramkör összeállítása a feladat, melyben az egyes ellenállásokon ugyanakkora feszültség esik.

Helyezzen az áramkörbe 3 izzót és mérőműszereket az állítás igazolására!

Készítse el a kapcsolási rajzot, mutassa be tanárának.

Ezután állítsa össze az áramkört. Ügyeljen a mérőműszerek helyes kapcsolására!

* + - 1. Igazolja a csomóponti törvényt méréssel két ellenállás (izzó) esetében!

Helyezzen az áramkörbe mérőműszereket az állítás igazolására!

Készítse el a kapcsolási rajzot, mutassa be tanárának.

A mérés eredményeit rögzítse táblázatba

Kapcsolási rajz:

Kapcsolási rajz:

Kapcsolási rajz:

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Főágban** | **R1 ellenálláson** | **R2 ellenálláson** | ***I1+I2*** |
| **áramerősség (mA)** |  |  |  |  |

Számolás: 

Eredmény: A főágban mért áramerősség a mellékágakban mért áramerősségek összegétől eltér ……………...%-kal.

Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

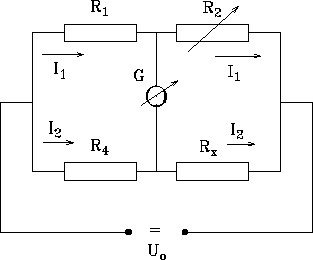
**Ellenállás mérése Wheatstone-híddal**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| ismert ellenállás 2 db változtatható ellenállás 1 db ismeretlen ellenállás ellenállásmérő híd  egyenáramú tápegység | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

A rajz alapján készítjük el a kapcsolást. A négy ellenállás közül az egyik az ismeretlen, ez az ***Rx***, az ***R1*** és az ***R4*** értékei egy adott mérésnél ismert, rögzített értékek. Az ***R2*** változtatható ellenállás, értékét addig módosítjuk, amíg a ***G*** galvanométer nulla áramot nem jelez. Ha a nulla áramot elértük, akkor azt mondjuk, hogy a Wheatstone híd ki van egyenlítve. A kiegyenlített állapothoz tartozó ***R2*** értéket kb. 4-5 tizedesjegy pontossággal le tudjuk olvasni. A nulla áram azt is jelzi, hogy a galvanométer két vége azonos potenciálon van. Ezekből következnek az alábbiak:



$ I_{1}R_{1}=I_{2}R_{4}\, \, \, \, \, \, \, \, \, \, \, I_{1}R_{2}=I_{2}R_{x} $

$\displaystyle \frac{R_{2}}{R_{1}}=\frac{R_{x}}{R_{4}}\, \, \, \, \, \, \, \, \, \, R_{x}=\left( \frac{R_{4}}{R_{1}}\right) \, R_{2}$

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **R2 ellenállás értéke (Ω)** |  |  |  | − |
| **Rx ellenállás értéke (Ω)** |  |  |  |  |

**Következtetések**

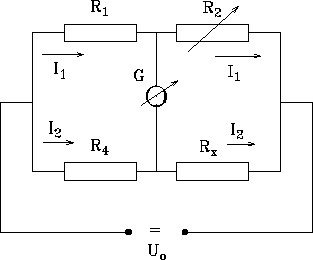
**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Ellenállás mérése Wheatstone-híddal**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve:



$ I_{1}R_{1}=I_{2}R_{4}\, \, \, \, \, \, \, \, \, \, \, I_{1}R_{2}=I_{2}R_{x} $

$\displaystyle \frac{R_{2}}{R_{1}}=\frac{R_{x}}{R_{4}}\, \, \, \, \, \, \, \, \, \, R_{x}=\left( \frac{R_{4}}{R_{1}}\right) \, R_{2}$

Az R2 ellenállás értékének változtatásával elérjük, hogy a hídban nem folyik áram. Kirchhoff törvényeit alkalmazva kapjuk a fenti összefüggéseket, amelyekből az Rx ismeretlen ellenállás számítható.

A mérés kivitelezése: Elkészítjük a kapcsolást az ábra alapján.

Három mérést végezzen! Számítsa ki a mérés hibáját is!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **R2 ellenállás értéke (Ω)** |  |  |  | − |
| **Rx ellenállás értéke (Ω)** |  |  |  |  |

Számolás: 



Eredmény: Az ismeretlen ellenállás értéke: 

Értékelés: (Hibaokok megnevezése)

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Telep elektromotoros erejének és belső ellenállásának meghatározása**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| laposelem  feszültségmérő  áramerősségmérő 10-20 Ω-os és 4-5 A-rel terhelhető tolóellenállás  kapcsoló röpzsinórok, krokodilcsipeszek | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

Kapcsolási rajz:



A rajz alapján elkészítjük az áramkört.

Ha a voltmérő által mérhető *Uk* kapocs-feszültséget kifejezzük az ampermérővel mérhető *I* áramerősség függvényében, akkor az  összefüggést kapjuk.

A csúszka helyzetét változtatva, több pontban is leolvassuk az áram és a kapocsfeszültség összetartozó értékeit

A mérési adatokat táblázatba foglalva, majd ábrázolva a feszültséget az áramerősség függvényében olyan egyenest kapunk, melynek tengelymetszete a telep *Uo* elektromotoros ereje, meredeksége pedig az *Rb* belső ellenállása.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** |
| **áramerősség (A)** |  |  |  |  |
| **kapocsfeszültség (V)** |  |  |  |  |

**Következtetések:**

A kapcsoló zárása után a műszerek által mutatott értékek a csúszka helyzetétől függnek.

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Telep elektromotoros erejének és belső ellenállásának meghatározása**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: Ha egy külső ellenállással terhelt áramkörben a voltmérő által mérhető *Uk* kapocs-feszültséget kifejezzük körben folyó, ampermérővel mérhető *I* áramerősség függvényében, akkor az  összefüggést kapjuk.

A mérés kivitelezése:

Kapcsolási rajz:



A rajz alapján készítse el az áramkört.

A csúszka helyzetét változtatva, négy pontban is olvassuk le az áram és a kapocsfeszültség összetartozó értékeit!

A mérési adatokat foglalja táblázatba, majd ábrázolja a feszültséget az áramerősség függvényében!

A kapott egyenes tengelymetszete a telep *Uo* elektromotoros ereje, meredeksége pedig az *Rb* belső ellenállása.

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** |
| **áramerősség (A)** |  |  |  |  |
| **kapocsfeszültség (V)** |  |  |  |  |

Grafikon milliméter papíron:

Számolás: A kapott egyenes meredeksége:

Eredmény: A telep belső ellenállása:

A telep elektromotoros ereje:

Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Telepek soros és párhuzamos kapcsolása**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| 3 db azonos elem ampermérő  feszültségmérő  tolóellenállás  röpzsinórok, krokodilcsipeszek |  |

**A kísérlet leírása**

1. Meghatározzuk egyetlen elem belső ellenállását és elektromotoros erejét.

Kapcsolási rajz:



A rajz alapján elkészítjük az áramkört.

Ha a voltmérő által mérhető *Uk* kapocs-

feszültséget kifejezzük az ampermérővel mérhető *I* áramerősség függvényében, akkor az

 összefüggést kapjuk. A csúszka helyzetét változtatva, több pontban is leolvassuk az áram és a kapocsfeszültség összetartozó értékeit.

A mérési adatokat táblázatba foglalva, majd ábrázolva a feszültséget az áramerősség függvényében olyan egyenest kapunk, melynek tengelymetszete a telep *Uo* elektromotoros ereje, meredeksége pedig az *Rb* belső ellenállása.

* + - 1. Ezután sorba kötünk 2, majd 3 elemet, s meghatározzuk az elem együttesek eredő elektromotoros erejét és belső ellenállását a már ismert módon.
      2. Az elemeket párhuzamosan kapcsoljuk, és meghatározzuk az elem együttesek eredő elektromotoros erejét és belső ellenállását a már ismert módon.

A mérések eredményeit rögzítsük táblázatba!

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** |
| **áramerősség (A)** |  |  |  |  |
| **kapocsfeszültség (V)** |  |  |  |  |

**Következtetések: válaszoljunk a kérdésekre!**

Fogalmazzuk meg tapasztalatainkat mindkét kapcsolás estén!

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Telepek soros és párhuzamos kapcsolása**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: Ha egy külső ellenállással terhelt áramkörben a voltmérő által mérhető *Uk* kapocs-feszültséget kifejezzük körben folyó, ampermérővel mérhető *I* áramerősség függvényében, akkor az  összefüggést kapjuk. Sorosan illetve párhuzamosan kapcsol telepegyüttesekre ugyanezt az összefüggést alkalmazhatjuk.

A mérés kivitelezése:

1. Meghatározzuk egyetlen elem belső ellenállását és elektromotoros erejét.

Kapcsolási rajz:



A rajz alapján készítse el az áramkört.

A csúszka helyzetét változtatva, több pontban is olvassa le az áram és a kapocsfeszültség összetartozó értékeit

A mérési adatokat foglalja táblázatba, majd ábrázolja a feszültséget az áramerősség függvényében!

A *Uk – I* grafikon alapján határozza meg a telep *Uo* elektromotoros erejét és *Rb* belső ellenállását!

1. Ezután sorba kapcsoljonvsorba 2, majd 3 elemet, s határozza meg az elem együttesek eredő elektromotoros erejét és belső ellenállását a már ismert módon.
2. Az elemeket kapcsolja párhuzamosan, és határozza meg az elem együttesek eredő elektromotoros erejét és belső ellenállását a már ismert módon.

A mérések eredményeit rögzítse táblázatba!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Egy elem**: | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** |
| **áramerősség (A)** |  |  |  |  |
| **kapocsfeszültség (V)** |  |  |  |  |
| **Sorosan kapcsolva** | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** |
| **áramerősség (A)** |  |  |  |  |
| **kapocsfeszültség (V)** |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Párhuzamosan kapcsolva:** | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** |
| **áramerősség (A)** |  |  |  |  |
| **kapocsfeszültség (V)** |  |  |  |  |

Grafikonok milliméter papíron(egy elem, párhuzamos kapcsolás, soros kapcsolás):

Eredmény:   
Soros kapcsolás esetén:

Párhuzamos kapcsolás estén:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

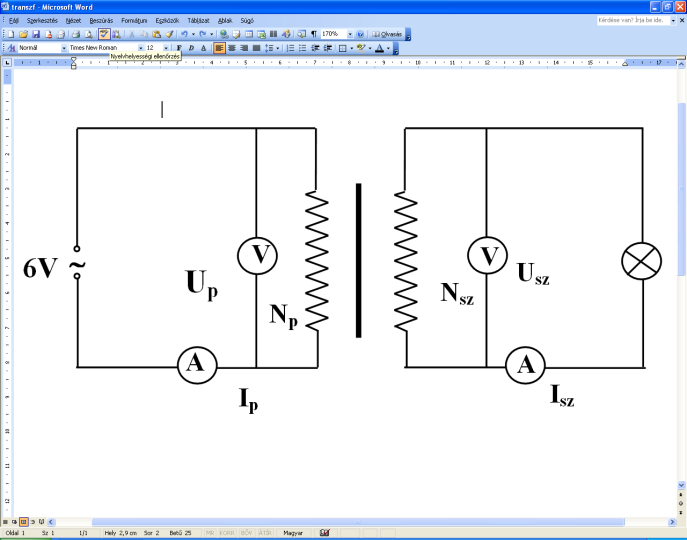
**Transzformátor vizsgálata**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| áramforrás - l6 V-os váltakozó feszültségű  transzformátor 1:1 és 2:1 arányú tekercsekkel  14 V-os izzó  váltakozó feszültségű voltmérő váltakozó feszültségű ampermérő  vezetékek | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

Kapcsolási rajz:



A transzformátor a nyugalmi indukció elve alapján működik. A primer tekercsre kapcsolt váltakozó feszültség hatására a szekunder oldalon is váltakozó feszültség keletkezik.   
Terheletlen transzformátornál (nyitott szekunder kör) a feszültségek aránya megegyezik a tekercsek menetszámainak

arányával: 

Ha a transzformátort izzólámpával terheljük, a szekunder oldalon mérhető feszültség kissé csökken.

A szekunder és primer áram aránya közelítőleg: 

A transzformátor hatásfoka: 

A rajz alapján elkészítjük az áramkört.

A mérést  esetben, majd  esetben végezzük el.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **1. Np:Nsz=1:2** | **2. Np:Nsz=2:1** | **3. Np:Nsz=1:1** |
| **Up - primer feszültség (V)** |  |  |  |
| **Usz – szekunder feszültség (V)** |  |  |  |
| **Ip - primer áram (I)** |  |  |  |
| **Isz – szekunder áram (I)** |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Következtetések:**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Transzformátor vizsgálata**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A transzformátor a nyugalmi indukció elve alapján működik. A primer tekercsre kapcsolt váltakozó feszültség hatására a szekunder oldalon is váltakozó feszültség keletkezik.

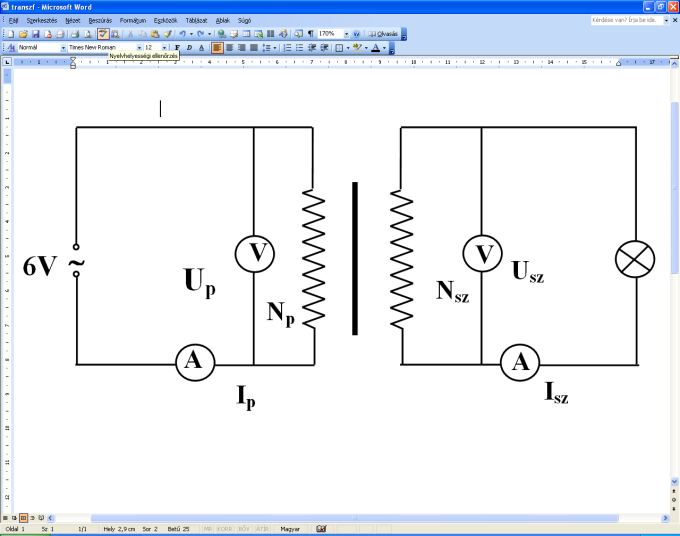
Terheletlen transzformátornál (nyitott szekunder kör) a feszültségek aránya megegyezik a tekercsek menetszámainak arányával: 

Ha a transzformátort izzólámpával terheljük, a szekunder oldalon mérhető feszültség kissé csökken.

A szekunder és primer áram aránya közelítőleg: 

A transzformátor hatásfoka: 

A mérés kivitelezése:

Kapcsolási rajz: 

A rajz alapján készítse el az áramkört.

Mérje meg a primer illetve szekunder körben mérhető effektív feszültséget és effektív áramerősséget *Np=Nsz* esetben!

Ismételje meg a mérést  esetben, majd  esetben is!

A mérési adatokat foglalja táblázatba!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **1. Np:Nsz=1:2** | **2. Np:Nsz=2:1** | **3. Np:Nsz=1:1** |
| **Up - primer feszültség (V)** |  |  |  |
| **Usz – szekunder feszültség (V)** |  |  |  |
| **Ip - primer áram (I)** |  |  |  |
| **Isz – szekunder áram (I)** |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Eredmény: A transzformátor hatásfoka  esetén:



Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Test tömegének meghatározása rezgőmozgás segítségével**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| csavarrugó  állvány  ismert tömegű test  ismeretlen tömegű test  mérleg  stopper |  |

**A kísérletek leírásai**

Ismeretes, hogy a harmonikus rezgőmozgást végző test rezgésideje . Az ismert és az ismeretlen tömegű test rezgésidejét mérjük ugyanazon a rugón. A mért időket összehasonlítva az ismeretlen tömeget számíthatjuk az  összefüggés alapján, ahol *m1* az ismert tömeget, *T1* annak rezgésidejét, m2 az ismeretlen tömeget, T2 annak rezgésidejét jelöli.

A kisebb hiba miatt 10 rezgés idejét mérje meg, a kapott értékeket írja be a táblázatba! Végezzen hibaszámítást is!

**Megfigyelések, tapasztalatok**Az ismert tömeg: 50 g

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A 10 rezgés időtartama az ismert tömeggel (s)** |  |  |  | − |
| **A rezgésidő az ismert tömeggel (s)** |  |  |  | − |
| **A 10 rezgés időtartama az ismeretlen tömeggel (s)** |  |  |  | − |
| **A rezgésidő az ismeretlen tömeggel (s)** |  |  |  | − |
| **A számított tömeg (g)** |  |  |  |  |

**Következtetések**

A rezgés alapján kiszámított tömeg összehasonlítása a mérleggel mérttel.

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Test tömegének meghatározása rezgőmozgás segítségével**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: Ismeretes, hogy a harmonikus rezgőmozgást végző test rezgésideje . Az ismert és az ismeretlen tömegű test rezgésidejét mérjük ugyanazon a rugón. A mért időket összehasonlítva, az ismeretlen tömeget számíthatjuk az  összefüggés alapján, ahol *m1* az ismert tömeget, *T1* annak rezgésidejét, m2 az ismeretlen tömeget, T2 annak rezgésidejét jelöli.

A mérés kivitelezése: A rugót az állványra függesztve, arra először az ismeretlen tömeget akasztva 10 rezgés idejét megmérem, majd az ismeretlen tömeggel is megmérem a 10 rezgés idejét. A mért adatokat táblázatban rögzítem. Három mérést végzek mindkét testtel.

Mérési adatok: Az ismert tömeg 50 g.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A 10 rezgés időtartama az ismert tömeggel (s)** |  |  |  | − |
| **A rezgésidő az ismert tömeggel (s)** |  |  |  | − |
| **A 10 rezgés időtartama az ismeretlen tömeggel (s)** |  |  |  | − |
| **A rezgésidő az ismeretlen tömeggel (s)** |  |  |  | − |

Számolás: 



Eredmény: Az ismeretlen tömeg értéke: 

Értékelés: (Hibaokok megnevezése)

Kérdés: Összehasonlítás a mérleggel mért értékkel.

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Gravitációs állandó meghatározása fonálingával**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| állvány fonál ingatest stopper mérőszalag |  |

**A kísérletek leírásai**

A fonálinga lengésideje kis kitérések esetén (φ<5o) az inga hosszától, és az adott helyhez tartozó gravitációs gyorsulástól függ: .

Készítsen fonálingát a rendelkezésére álló eszközökből!

Mérje meg a hosszát a felfüggesztési ponttól az ingatest tömegközéppontjáig; a mért adatot jegyezze fel. Kis kitéréssel mozgásba hozva az ingát, mérje meg 10 lengés periódusidejét. A kapott értéket írja be a táblázatba! Három mérést végezzen! Végezzen hibaszámítást is!

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A 10 lengés időtartama (s)** |  |  |  |  |
| **A lengésidő (s)** |  |  |  |  |
| **g számított értéke** |  |  |  |  |
| **Eltérés az átlagtól** |  |  |  |  |

**Következtetések**

A számolt értéket hasonlítsa össze szakirodalomból ismert értékkel!

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Gravitációs állandó meghatározása fonálingával**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A fonálinga lengésideje kis kitérések esetén (φ<5o) az inga hosszától, és az adott helyhez tartozó gravitációs gyorsulástól függ: .

A mérés kivitelezése: Mérje meg a fonál hosszát a felfüggesztési ponttól az ingatest tömegközéppontjáig; a mért adatot jegyezze fel. Kis kitéréssel mozgásba hozva az ingát, mérje meg 10 lengés periódusidejét. A kapott értéket írja be a táblázatba! Három mérést végezzen! Végezzen hibaszámítást is!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A 10 lengés időtartama (s)** |  |  |  | − |
| **A lengésidő (s)** |  |  |  |  |
| **g számított értéke** *(m/s2)* |  |  |  |  |
| **Eltérés az átlagtól** *(m/s2)* |  |  |  |  |

Számolás: 



Eredmény: A gravitációs gyorsulás értéke: 

Értékelés: (Hibaokok megnevezése)

Kérdések: Összehasonlítás a szakirodalomban szereplő értékkel.

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Hang terjedési sebességének meghatározása**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| ismert rezgésszámú hangvilla magas mérőhenger a hengerbe beleférő cső  mérőszalag tálca  víz |  |
|  |  |

**A kísérletek leírásai**

A hullámok terjedési sebessége kiszámítható a hullámhossz és a rezgésszám ismeretében a  összefüggéssel. Ezért a keletkezett hanghullám hosszát kell megmérnünk. A cső fölé helyezett rezgő hangvilla hangja mindig felerősödik, ha a csőben levő levegőoszlop hossza egyenlő a hangvilla által keltett hullám hullámhossza negyedrészének páratlan számú többszörösével.  - rezonancia. A kísérlet során az első és a második erősítéshez tartozó levegőoszlop hosszát is meghatározzuk. (*k=1* és *k=3*). A mért adatokat táblázatba írjuk. A mérést háromszor ismételjük.

Majd a számítások elvégzése után a szokásos formában adjuk meg a hangsebesség értékét.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A levegőoszlop hossza az első rezonanciánál (cm)** |  |  |  | − |
| **A hullámhossz (m)** |  |  |  | − |
| **A hang terjedési sebessége (*m/s*)** |  |  |  |  |

**Következtetések**

A számolt értéket hasonlítsa össze szakirodalomból ismert értékkel!

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**A hang terjedési sebességének meghatározása levegőben**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A hullámok terjedési sebessége kiszámítható a hullámhossz és a rezgésszám ismeretében a  összefüggéssel. Ezért a keletkezett hanghullám hosszát kell megmérnünk. A cső fölé helyezett rezgő hangvillával együtt rezeg a hengerbe zárt levegőoszlop is.

Ismert rezgésszámú hangvilla a frekvenciájának megfelelő állóhullámokat hoz létre a csőben. Rezonancia akkor következik be, ha a csőben lévő levegőoszlop hossza: 

A mérés kivitelezése: Kísérletünkben a hangvillával rezonanciát hozunk létre a cső mozgatásával változtatva a levegőoszlop hosszát. Megkeresve a levegőoszlop hosszának legkisebb értékét, annak hosszát mérjük.

Három mérést végezzen! Számítsa ki a mérés hibáját is!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **A levegőoszlop hossza az első rezonanciánál (cm)** |  |  |  | − |
| **A hullámhossz (m)** |  |  |  | − |
| **A hang terjedési sebessége (m/s)** |  |  |  |  |

Számolás: 



Eredmény: A hangsebesség értéke: 

Értékelés:

Kérdések: Összehasonlítás a szakirodalomban szereplő értékkel, az eltérés okai.

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Domború lencse fókusztávolságának meghatározása**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| optikai pad gyűjtőlencse  ernyő  mérőszalag teamécses gyufa | Figy7 |

**A kísérlet leírása**

a). A tárgy- és képtávolság mérésével a fókusztávolság kiszámítható. A teamécses a tárgy és egyben a fényforrás is. Az optikai padra helyezzük a mécsest, a gyűjtőlencsével éles képet állítunk elő az ernyőn. Három beállításban is megmérjük a tárgy – és képtávolságot és a fókusztávolságot az  összefüggés alapján számítjuk ki,

ahol *f* a lencse fókusztávolsága, *t* a tárgytávolság, *k* a képtávolság

b) Fókusztávolság mérése Bessel-módszerrel

Az optikai pad egyik végére helyezzük a mécsest, másik végére az ernyőt. Ezt a távolságot rögzítjük, *s*-sel jelöljük. A lencsét a mécses és az ernyő közé helyezzük, és megkeressük azt a két helyzetet, amelyben a lencse éles képet állít elő az ernyőn. A lencse két helyének távolságát megmérjük, *d*-vel jelöljük. A lencse fókusztávolságát a mért adatokból az  összefüggés alapján számítjuk ki.

A három – három mérés eredményeit táblázatban rögzítjük.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| 1. **tárgytávolság (cm)** |  |  |  | − |
| **képtávolság (cm)** |  |  |  | − |
| **fókusztávolság (cm)** |  |  |  |  |
| 1. **tárgy-ernyő távolság s (cm)** |  |  |  | − |
| **két lencsehely távolsága d(cm)** |  |  |  | − |
| **fókusztávolság (cm)** |  |  |  |  |

**Következtetések**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Domború lencse fókusztávolságának meghatározása**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A fókusztávolságot a leképezési törvénnyel határozzuk meg: először a kép- és tárgytávolság mérésével, majd az első mérés pontatlanságait kiküszöbölő Bessel-módszerrel.

A mérés kivitelezése:

1. Az optikai padra helyezzük a mécsest, a gyűjtőlencsével éles képet állítunk elő az ernyőn. Három beállításban is megmérjük a tárgy – és képtávolságot és a fókusztávolságot az  összefüggés alapján számítjuk ki, ahol *f* a lencse fókusztávolsága, *t* a tárgytávolság, *k* a képtávolság
2. Az optikai pad egyik végére helyezzük a mécsest, másik végére az ernyőt. Ezt a távolságot rögzítjük, *s*-sel jelöljük. A lencsét a mécses és az ernyő közé helyezzük, és megkeressük azt a két helyzetet, amelyben a lencse éles képet állít elő az ernyőn. A lencse két helyének távolságát megmérjük, *d*-vel jelöljük. A lencse fókusztávolságát a mért adatokból az  összefüggés alapján számítjuk ki.

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| 1. **tárgytávolság (cm)** |  |  |  | − |
| **képtávolság (cm)** |  |  |  | − |
| **fókusztávolság (cm)** |  |  |  |  |
| 1. **tárgy-ernyő távolság s (cm)** |  |  |  | − |
| **két lencsehely távolsága d(cm)** |  |  |  | − |
| **fókusztávolság (cm)** |  |  |  |  |

Számolás:  

Eredmény: A lencse fókusztávolsága: ………….cm±…..….%

Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Üveg törésmutatójának mérése Hartl-koronggal**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| Hartl-korong szögmérővel  lézer fényforrás  feszültségforrás a lézerhez | Figy10 |

**A kísérlet leírása**

A Hartl-korongra úgy rögzítjük az üveg félkorongot, hogy a 0°-nál beeső fénysugár a félkorong középpontján haladjon át és a félkorongból irányváltozás nélkül lépjen ki! Fokozatosan elforgatva a Hartl-korongot, a kerületén lévő szögbeosztás segítségével néhány helyzetben le olvassuk a beesési és a törési szögeket! A beesési szöget α-val, a törési szöget β-val jelöljük.

A mérések eredményeit táblázatban rögzítjük.

A törésmutatót az összefüggés alapján határozzuk meg.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **𝛂 beesési szög (fok)** |  |  |  | − |
| **𝛃 törési szög(fok)** |  |  |  | − |
| **n törésmutató** |  |  |  |  |

**Következtetések**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Üveg törésmutatójának mérése Hartl-koronggal**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: Ha a fény optikailag különböző közegek határfelületéhez ér, akkor ott megtörik. A beesési és a törési szög között a Snellius–Descartes-törvény ad összefüggést.

A mérés kivitelezése:

A Hartl-korongra úgy rögzítse az üveg félkorongot, hogy a 0°-nál beeső fénysugár a félkorong középpontján haladjon át és a félkorongból irányváltozás nélkül lépjen ki! Fokozatosan forgassa el a Hartl-korongot, a kerületén lévő szögbeosztás segítségével néhány helyzetben olvassa le a beesési és a törési szögeket! Jelölje α-val a beesési szöget, β-val a törési szöget.

A mérések eredményeit írja be a táblázatba!

Számítsa ki a mérés hibáját is!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **𝛂 beesési szög (fok)** |  |  |  | − |
| **𝛃 törési szög(fok)** |  |  |  | − |
| **n törésmutató** |  |  |  |  |

Számolás: A törésmutatót az összefüggés alapján határozzuk meg.





Eredmény: Az üveg törésmutatója: ………….±…..….%

Értékelés: (Hibaokok megnevezése)

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Fény hullámhosszának mérése optikai ráccsal**

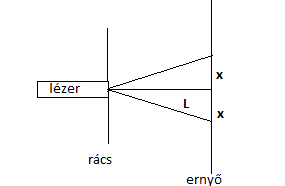
**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| optikai rács  lézer fényforrás  ernyő  mérőszalag  feszültségforrás a lézerhez | Figy10 |

**A kísérlet leírása**

Az optikai rácsra fényt bocsájtva, interferencia képet kapunk. Az optikai rács jellemzője a rések közötti *d* távolság. Az optikai rács elhajlási maximumainak irányát a  összefüggésből határozhatjuk meg, ahol d a rácsállandó, α az elhajlási maximum szöge, k pedig az elhajlás rendje (k= 0, ±1, ±2, …), λ pedig a megvilágító fény hullámhossza. Kis *α* szög esetén , ahol *L* a rács és az ernyő távolsága, *x* pedig a direkt fénysugár és az elsőrendű erősítési hely távolsága az ernyőn.

Így a hullámhossz meghatározását távolságmérésekre vezetjük vissza: .



A mérések eredményeit táblázatban rögzítjük.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **L ernyő és rács távolsága (cm)** |  |  |  | − |
| **x első erősítési hely távolsága (cm)** |  |  |  | − |
| **𝛌 hullámhossz (m)** |  |  |  |  |

**Következtetések**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Fény hullámhosszának mérése optikai ráccsal**

A mérést végző tanulók:

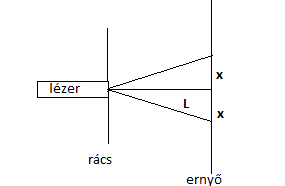
A mérés ideje:

A mérés elve: Az optikai rácsra fényt bocsájtva, interferencia képet kapunk. Az optikai rács jellemzője a rések közötti *d* távolság. Az optikai rács elhajlási maximumainak irányát a  összefüggésből határozhatjuk meg, ahol d a rácsállandó, α az elhajlási maximum szöge, k pedig az elhajlás rendje (k= 0, ±1, ±2, …), λ pedig a megvilágító fény hullámhossza. Kis *α* szög esetén , ahol *L* a rács és az ernyő távolsága, *x* pedig a direkt fénysugár és az elsőrendű erősítési hely távolsága az ernyőn.

A mérés kivitelezése:

A fény hullámhosszának meghatározását távolságmérésekre vezetjük vissza:

. Az alább vázolt összeállítást készítse el.



A mérések eredményeit írja be a táblázatba!

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **A mérés sorszáma** | 1. | 2. | 3. | Átlag |
| **L ernyő és rács távolsága (cm)** |  |  |  | − |
| **x első erősítési hely távolsága (cm)** |  |  |  | − |
| **𝛌 hullámhossz (m)** |  |  |  |  |

Számolás: A  összefüggés alapján

Eredmény: A fény hullámhossza:………………….

Értékelés: (A kapott érték a lézer színének megfelelő tartományba esik-e? Lehetséges hibák okai)

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Fotocella vizsgálata**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| fotocella  egyenáramú áramforrás  potenciométer  ampermérő  voltmérő  színszűrő  fényforrás | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

Fény hatására a fémből történő elektronkilépés mennyiségi vizsgálatát úgy végezzük, hogy a fotocella áramkörébe egy potenciométert és egy ampermérőt kapcsolunk. A fotocellát a kísérlet során azonos erősségű és frekvenciájú fénnyel világítjuk meg. A kör ellenállását változtatva a fotocellára jutó feszültséget változtathatjuk. A különböző feszültségértéknél mérjük az áramkörben folyó fotoáram erősségét. A pozitív gyorsító feszültséget növeljük addig, amikor az áram erőssége már nem nő tovább (telítődési áram)!

A mérés során kapott áramerősség és feszültség értékpárokból elkészítjük a fotocella áramerősség – feszültség grafikonját. Ezután fordított polaritással fékező teret kapcsolunk a fotocellára és addig növeljük a feszültséget, amíg az áram megszűnik. Ez az Uz zárófeszültség.

A munkatétel alapján kiszámíthatjuk az elektronok maximális mozgási energiáját is:  → 

A mérés eredményeit táblázatban rögzítjük.

**Megfigyelések, tapasztalatok**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **feszültség (V)** |  |  |  |  |  |  |
| **áramerősség (mA)** |  |  |  |  |  |  |

**Fordított polaritással**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **feszültség (V)** |  |  |  |  |  |  |
| **áramerősség (mA)** |  |  |  |  |  |  |

**Következtetések: válaszoljunk a kérdésekre!**

Az adott frekvenciájú fény esetén mekkora a zárófeszültség értéke?

Mekkora a katódból kilépő elektronok maximális mozgási energiája?

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Fotocella vizsgálata**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A fotocella katódjából kis kilépési munkával válthatók ki elektronok. A kilépő elektronok egy része eljut az anódra, s annak áramkörében áramot hoz létre.

A mérés kivitelezése:

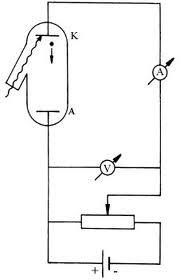
Kapcsoljon a fotocella áramkörébe egy potenciométert és egy ampermérőt. A fotocellát a kísérlet során azonos erősségű és frekvenciájú fénnyel világítsa meg. A kör ellenállását változtatva a fotocellára jutó feszültséget változtathatja. A különböző feszültségértéknél mérje meg az áramkörben folyó fotoáram erősségét. A mérés során kapott áramerősség és feszültség értékpárokból készítse el a fotocella áramerősség – feszültség grafikonját kétféle polaritással.

A mérések eredményeit írja be a táblázatba!

A munkatétel alapján kiszámíthatjuk az elektronok maximális mozgási energiáját is:



Kapcsolás:

[](http://www.google.hu/imgres?q=fotocella+kapcsol%C3%A1si+rajz&hl=hu&biw=1441&bih=678&tbm=isch&tbnid=GFuHh8cPQe8YPM:&imgrefurl=http://sdt.sulinet.hu/Player/Default.aspx?g=53257154-0baf-4b9f-8aa0-fed542347c39&docid=m1zsiX9JqS-gsM&imgurl=http://sdt.sulinet.hu/data/d65646dd-ea93-4020-8cef-ac27693ddb42/1/3/ResourceNormal/11feny_reszecske_hullam2_ke.jpg&w=226&h=350&ei=22KxTpjtM9HpOfT4jJ0C&zoom=1)

Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **feszültség (V)** |  |  |  |  |  |  |
| **áramerősség (mA)** |  |  |  |  |  |  |

**Fordított polaritással**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **feszültség (V)** |  |  |  |  |  |  |
| **áramerősség (mA)** |  |  |  |  |  |  |

Az áramerősség – feszültség grafikon milliméter papíron.

Számolás:  összefüggés alapján

Eredmény: A zárófeszültség értéke:

Az elektronok maximális sebessége:

Értékelés:

Dátum:

*Aláírások*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **FIZIKA** |  | **12-13. évfolyam** |  |

**Napelemcella vizsgálata**

**Munkarend és balesetvédelem**

|  |  |
| --- | --- |
| **Szükséges eszközök és anyagok** | **Figyelmeztető jelölések** |
| napelem cella  lámpa  feszültségmérő  áramerősség mérő  változtatható ellenállás  vezetékek  hálózati feszültség | Figy6 |

**A kísérlet leírása**

A mérést az ábra szerint összeállításban végezzük.

A lámpát kb. 25 cm magasságban a napelemcella fölé állítjuk, a változtatható ellenállást maximális értékre állítjuk és leolvassuk a műszereken a cella feszültségének és a kör áramának értékét! Az ellenállást fokozatosan változtatva minden lépés után feljegyezzük az áramerősség és feszültség adatait.

A mérési adatokat táblázatba foglaljuk és felrajzoljuk a cella áramerősség–feszültség karakterisztikáját.

A mért adatok alapján meghatározzuk a cella teljesítményét az áram (terhelés) függvényében, és az eredményt grafikonon ábrázoljuk.



**Megfigyelések, tapasztalatok**Milyen áramerősség mellett lesz maximális a cella teljesítménye?

**Következtetések:**

**MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV**

**Napelemcella vizsgálata**

A mérést végző tanulók:

A mérés ideje:

A mérés elve: A napelemcella a nap (lámpa) sugárzását elektromos árammá alakítja át a fényelektromos jelenség segítségével.

A mérés kivitelezése:

Állítsa össze a kapcsolást az ábra szerint! A lámpát állítsa kb. 25 cm magasságba a napelemcella fölé, a változtatható ellenállást állítsa maximális értékre és olvassa le a műszereken a cella feszültségének és a kör áramának értékét! Az ellenállást fokozatosan csökkentve nyolc – tíz mérést végezzen, és minden lépés után jegyezze fel a műszerek adatait!

A mérési adatokat foglalja táblázatba és rajzolja fel milliméterpapíron a cella feszültség–áramerősség karakterisztikáját!

A mért adatok alapján határozza meg a cella teljesítményét a terhelés (áram) függvényében, és az eredményt ábrázolja grafikonon!



Mérési adatok:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** | **5.** |
| **Feszültség (V)** |  |  |  |  |  |
| **Áramerősség (mA)** |  |  |  |  |  |
| **Teljesítmény (W)** |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **6.** | **7.** | **8.** | **9.** | **10.** |
| **Feszültség (V)** |  |  |  |  |  |
| **Áramerősség (mA)** |  |  |  |  |  |
| **Teljesítmény (W)** |  |  |  |  |  |

Grafikon készítése milliméter papíron

Számolás:

Teljesítmény számolása a  összefüggés alapján

Értékelés: Értelmezze a kapott görbét! Határozza meg, milyen áramerősség – feszültség értékeknél maximális a teljesítmény!

Dátum:

*Aláírások*

Grafikon készítése milliméter papíron

Számolás:

Teljesítmény számolása a  összefüggés alapján

Értékelés: Értelmezze a kapott görbét! Határozza meg, milyen áramerősség – feszültség értékeknél maximális a teljesítmény!

Dátum:

*Aláírások*

Források

Mozaik tankönyvcsalád

Fizikai kísérletek gyűjteménye 1 – 3. Szerk Juhász András

Oktatási hivatal honlapja – emelt szintű érettségi mérései

sdt. sulinet.hu