

# Tanári segédlet

---

## *Fizika* *11. évfolyam* *fakultációs mérések*

**Készítette:**  
**Láng Róbert**

**Lektorálta:**  
**Szabó Sarolta**

**2014.**

**TÁMOP 3.1.3 „Természettudományos oktatás komplex megújítása a Móricz Zsigmond Gimnáziumban”**

## Tartalom

A laboratóriumi munka biztonsága .....	3
Témakör: a fővárosi és megyei kormányhivatalok által szervezett fizika középszintű érettségi kísérletei.....	5
1.1. Vizsgálat: lendület, lendületmegmaradás.....	7
1.2. Vizsgálat: egyenes vonalú egyenletes mozgás vizsgálata Mikola-csővel	13
1.3. Vizsgálat: mechanikai energiák vizsgálata .....	17
1.4. Vizsgálat: kétoldalú emelő, egyoldalú emelő .....	22
1.5. Vizsgálat: rezgésidő-tömeg összefüggésének vizsgálata rugó rezgése alapján .....	29
1.6. Vizsgálat: hőtágulás.....	32
1.7. Vizsgálat: gázok állapotváltozása.....	36
1.8. Vizsgálat: energiamegmaradás hőtani folyamatokban .....	38
1.9. Vizsgálat: halmazállapot-változások.....	41
1.10. Vizsgálat: testek elektromos állapota .....	44
1.11. Vizsgálat: elektromos áram.....	48
1.12. Vizsgálat: elektromágneses indukció .....	56
1.13. Vizsgálat: elektromágneses hullámok.....	59
1.14. Vizsgálat: geometriai fénytán – optikai eszközök .....	63
1.15. Vizsgálat: az anyag szerkezete .....	67
1.16. Vizsgálat: atommodellek, az atom elektronszerkezete .....	70
1.17. Vizsgálat: az atommag összetétele, radioaktivitás .....	72
1.18. Vizsgálat: sugárzások - sugárvédelem.....	75
1.19. Vizsgálat: a fonálinga.....	79
1.20. Vizsgálat: összetett optikai eszközök.....	81
Fogalomtár .....	83
Laboratóriumi ábragyűjtemény .....	86
Ábrajegyzék.....	87
Források .....	88

## **A laboratóriumi munka biztonsága**

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

## Munka- és balesetvédelem, tűzvédelem

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

### Veszélyességi szimbólumok



**Vigyázz!**  
**Meleg felület!**



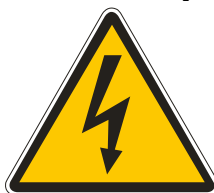
**Vigyázz!**  
**Tűzveszély!**



**Vigyázz!**  
**Lézersugár!**



**Vigyázz!**  
**Radioaktív  
sugárzás!**



**Vigyázz!**  
**Áramütés  
veszélye!**



**Vigyázz!**  
**Mérgező  
anyag!**

## Témakör: a fővárosi és megyei kormányhivatalok által szervezett fizika közpszintű érettségi kísérletei

### A GYAKORLAT IDŐIGÉNYE

90 perc

A foglalkozások menete:

Idő-beosztás (90 p)	Tanári tevékenység	Tanulói tevékenység	Munkaforma	Szükséges eszközök
0–10	balesetvédelmi oktatás	csoportok kialakítása	csoportmunka	munkafüzet
10–20	motiváció (problémafelvetés) bevezető kérdések	gondolkodás, összefüggések meglátásának fejlesztése	önálló, frontális, csoportmunka	munkafüzet
20–60	segítségnyújtás, irányítás	a mérési feladatok elvégzése, a mért adatok lejegyzése, ábrázolása, a munkafüzet feladatai feldolgozásának megkezdése	csoportmunka	mérőeszközök a kísérlethez, munkafüzet
60–80	segítségnyújtás, irányítás	a munkafüzet feladatai feldolgozásának befejezése	önálló, frontális, csoportmunka	munkafüzet
80–90	tapasztalatok megbeszélése, munka értékelése, házi feladat feladása	gondolkodás, összefüggések meglátásának fejlesztése		

### A GYAKORLAT CÉLJA

A megfigyelőképesség és a logikus gondolkodás fejlesztése. A kísérleti eszközök használatának gyakorlása, a csoportos munka közben elvárt együttműködés fejlesztése.

### KÖVETELMÉNYEK

A közpszintű érettségi mindenkor követelményrendszerének megfelelő tárgyi tudás.

## **A TÉMAKÖR ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE**

A középszintű érettségi szóbeli tételei egy-egy előre ismerhető mérést is tartalmaznak, melynek bemutatásakor össze kell foglalnod a méréshez kapcsolódó fizikai alapokat is. A mérések célja tételenként változó, lehet egy jellemző mennyiség meghatározása, fizikai összefüggés keresése, ellenőrzése, illetve függvénykapcsolat meghatározása. A mérendő mennyiséget egymástól független módon célszerű többször megmérned, de közben vigyázz arra is, hogy ne csússz ki a felkészülési időből! Mérési adatként az ezekből meghatározható átlagértéket használd. A mérési adatokat minden esetben jól áttekinthető, további feldolgozásra alkalmas formában, legtöbbször táblázatban érdemes rögzítened. Ha a mérés során lehetséges, több mérési adatot vegyél fel, hogy a mérés eredménye grafikusán is kiértékelhető legyen. Ilyen esetben célszerű a teljes mérési tartományt egyenletesen lefedned adatokkal.

## 1.1. Vizsgálat: lendület, lendületmegmaradás

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A testek mozgásállapotának jellemzésére a lendület szolgál, ami a test tömegének és sebességének szorzata.  $\mathbf{I} = m \cdot \mathbf{v}$ . A lendület vektormennyiség, iránya megegyezik a test mozgásának irányával. Ha ütközéskor a testek maradandó alakváltozást szenvednek, rugalmatlan ütközésről beszélünk. Ennek speciális esete a tökéletesen rugalmatlan ütközés, amikor a testek összetapadnak és együtt haladnak tovább. Rugalmas ütközéskor nem történik maradandó alakváltozás. A lendületmegmaradás a zárt rendszerben bekövetkező ütközések során is alkalmazható egyik legáltalánosabb természettörvény.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db légpárnás sín kiskocsikkal
- mágnesek
- készlet
- időmérő a sebesség meghatározásához
- gyufa
- súlysorozat

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Két azonos tömegű kiskocsit a rajtuk lévő összenyomott állapotú rugónál köss össze! Égesd el a fonalat és vizsgáld a kocsik lendületét szétlökés előtt és után! Mit tapasztalsz? (5 perc)
2. Ismételd meg a kísérletet úgy, hogy az egyik kiskocsi tömegét súlyok segítségével kétszeresére növeled! Vizsgáld a kocsik lendületét ütközés előtt és után! Mit tapasztalsz? (5 perc)
3. Ütköztess két azonos tömegű kiskocsit úgy, hogy kezdetben az egyik kocsi áll! Vizsgáld a kocsik lendületét ütközés előtt és után! Mit tapasztalsz? (5 perc)
4. Ütköztess két azonos tömegű kocsit úgy, hogy a két kocsi kezdetben azonos irányban mozog, és az egyik kocsi érje utol a másikat. Vizsgáld a kocsik lendületét ütközés előtt és után! Mit tapasztalsz? (5 perc)

5. Cseréld ki a kocsikra szerelt laprugókat egymást vonzó mágnesekre, és ismételd meg a 3. és 4. kísérleteket! Vizsgáld a kocsik lendületét ütközés előtt és után! Mit tapasztalsz? (10 perc)
6. Ismételd meg az előző kísérletet úgy, hogy az egyik kiskocsi tömegét súlyok segítségével kétszeresére növeled! Vizsgáld a kocsik lendületét ütközés előtt és után! Mit tapasztalsz? (10 perc)

**TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK**

1.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege szétlökés előtt és után megegyezik.*

2.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		



tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege szétlökés előtt és után megegyezik.*

3.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege ütközés előtt és után megegyezik.*

4.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege ütközés előtt és után megegyezik.*

5.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege ütközés előtt és után megegyezik.*

6.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege ütközés előtt és után megegyezik.*

7.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege ütközés előtt és után megegyezik.*

8.

a) Töltsd ki a táblázatot!

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete ütközés előtt [kg·m/s]

A kocsi			B kocsi		
tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]	tömege [kg]	sebessége [m/s]	lendülete szétlökés után [kg·m/s]

b) Mit tapasztalsz?

*A lendületek előjeles összege ütközés előtt és után megegyezik.*

9.

A tapasztaltak alapján fogalmazd meg a lendületmegmaradás törvényét!

*Zárt rendszert (amikor néhány testnél csak az egymásra gyakorolt hatás érvényesül és a környezetüké nem) alkotó testek lendületének összege állandó.*

## 1.2. Vizsgálat: egyenes vonalú egyenletes mozgás vizsgálata Mikola-csővel

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A Mikola-cső egy hosszú, vízzel töltött, változtatható helyzetű üvegcső, amelyben egy buborék mozoghat. Mivel a buborék elég lassan mozog, és nagyon hamar felvesz egy, a cső helyzetétől függő állandó sebességet az eszköz segítségével az egyenes vonalú egyenletes mozgás jól szemléltethető.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db Mikola cső tartozékokkal
- 1 db stopper
- milliméterpapír
- 1 db mérőszalag

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

Általános szabályok.

### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. A feladatlap táblázata alapján állítsd be a cső hajlásszögét, majd mérd meg a buborék által megtett utat 3 másodperc alatt! Minden mérést háromszor végezz el! A mérési adataiddal töltsd ki a táblázatot! (15 perc)
2. A feladatlap táblázata alapján állítsd be a cső hajlásszögét, a cső közepe táján jelölj ki egy 40 cm hosszúságú szakaszt és mérd meg ennek a távolságnak a megtételéhez szükséges időt! Minden mérést háromszor végezz el! A mérési adataiddal töltsd ki a táblázatot és készítsd el milliméterpapírra a hajlásszög-sebesség grafikont! (15 perc)
3. A várható maximum közelében 5 fokenként ismételd meg az előző mérést! (10 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK

1.

a) Töltsd ki a táblázatot az adataiddal!

$a$	$s$ [cm]	$t$ [s]	$v$ [cm/s]	$v_{\text{átlag}}$ [cm/s]
15°		3		
30°		3		

45°		3		
60°		3		
75°		3		
90°		3		

2.

a) Töltsd ki a táblázatot az adataiddal!

$a$	$s$ [cm]	$t$ [s]	$v$ [cm/s]	$v_{\text{átlag}}$ [cm/s]
15°	40			
30°	40			
45°	40			
60°	40			
75°	40			

90°	40			

b) Mit állapíthatsz meg eredményeid alapján? Milyen mozgást végez a buborék?

*A Mikola-cső egy kb. 1 m hosszú, egyenes, állandó keresztmetszetű, egyik végén zárt üvegcső, amibe megfestett vizet töltenek. Az üvegcső másik végét dugóval zárják le úgy, hogy a csőben egy kb. 2-3 cm hosszú buborék maradjon. Ez a buborék hidrodinamikai okok következtében a cső ferde állásában egyenletes mozgást végez. A mérés során mérési szakaszt a cső középső részén célszerű választani, hogy indítás után a buborék gyorsuló mozgása ne zavarja a mérést, illetve hogy legyen idő arra, hogy a csövet megfelelő szögbe állítsuk. Ha a mérést így végezzük el, két fő hibaforrással kell számolni. Az egyik a stopper leolvasási hibája, - ezt a hibát nem tudjuk kiküszöbölni. A másik a reakcióidő. Ha lefényképezzük a buborékot a stopperrel együtt azokban a helyzetekben, amikor az a mért szakasz alsó, ill. felső vége közelében van, akkor a fénykép alapján pontosan meg tudjuk határozni az időt és a megtett utat.*

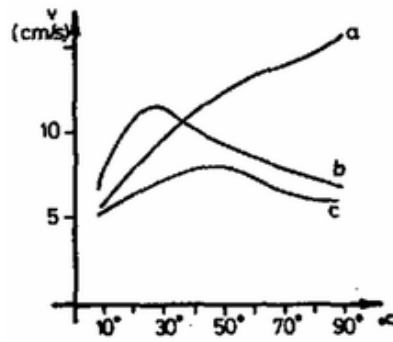
3.

a) Töltsd ki a táblázatot az adataiddal! A maximum közelében mért további értékek:

$a$	$s$ [cm]	$t$ [s]	$v$ [cm/s]	$v_{\text{átlag}}$ [cm/s]
	40			
	40			

b) Ábrázold milliméterpapíron a hajlásszög-sebesség grafikont!

*A buborék sebessége függ a hajlásszög értékétől.*



1. ábra: hajlásszög-sebesség grafikon

<http://db.komal.hu/KomalHU/felhivatkoz.phtml?id=35441>

Az ábrán a hajlásszög függvényében ábrázoltuk a különböző méretű buborékok sebességét. A buborék méretét a cső függőleges helyzetében célszerű lemérni.

Az a) jelű görbe egy 10 mm belső átmérőjű Mikola csőben levő 2 mm méretű buborék

a b) jelű görbe egy 4 mm-es buborék

a c) jelű görbe pedig egy 15 mm-es buborék mozgására jellemző.

Érdekes feladat lehet még egy adott hajlásszögnél különböző buborékméreték függvényében ábrázolni a sebességeket.



### **1.3. Vizsgálat: mechanikai energiák vizsgálata**

#### **ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA**

A helyzeti, a mozgási, a forgási és a rugalmas energia, azaz a mechanikai adatokkal jellemezhető energiáknak a közös neve mechanikai energia. Kölcsönhatások közben gyakran előfordul, hogy nemcsak egyfajta, hanem többféle energiák is előfordulnak. Természetesen ilyen esetben is igaz az energia megmaradásának törvénye.

Ha egy mérés során a közegellenállás és a súrlódás elhanyagolható és csak a mechanikai energiák változnak, akkor használható a mechanikai energia megmaradásának tétele. Ez a lejtőn leguruló golyó esetében a helyzeti, a mozgási és a forgási energiáknak a vizsgálatát jelenti.

#### **ANYAGOK, ESZKÖZÖK**

- 1 db lejtő kifutóval
- 1 db golyó
- 1 db erőmérő
- 1 db mérőszalag
- 1 db csuszka
- 1 db digitális mérleg
- 1 db csavarrugó
- különböző tömegű testek
- homokkal töltött műanyag tál
- 1 db stopper

#### **MUNKAREND, BALESETVÉDELEM**

Általános szabályok.

#### **AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:**

A helyesen kitöltött feladatlap.

#### **A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK**

1. Mérd meg a golyó tömegét! Helyezd a golyót a lejtőn különböző magasságokba! Mérd le, mekkora lesz a golyó magasságcsökkenése a mérés során! A vízszintes kifutón határozd meg a golyó sebességét! Mérésedet háromszor végezd el, eredményeidet átlagold! (10 perc)
2. Állíts be két másik hajlásszög értéket és méréseidet úgy is végezd el! (10 perc)
3. Határozd meg a csavarrugó rugóállandóját! A kifutó végéhez erősített rugót nyomd össze, és illeszd elé a golyót! Mérd az összenyomódás mértékét és vigyázz, hogy a rugó ne púposodjon fel! A csuszkát helyezd a kifutóra a rugótól 15-20 cm-re! Mérned kell a csuszka fékútjának hosszát! A mérést háromszor ismételd meg! (7 perc)
4. Ismételd meg a méréseid két másik összenyomódás érték esetén is! (8 perc)
5. Mérd meg erőmérővel a kiadott testek súlyát! Számítsd ki a testek helyzeti energiáját 20 cm, 30 cm, 40 cm magasba történő emelés után! Ejtsd le a

legkisebb testet 20, 30, 40 cm magasból a homokba! Mit tapasztalsz? (5 perc)

**TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK**

1.

a) Töltsd ki a táblázatot!

a golyó tömege [kg]:			
a szintkülönbség [m]:			
a helyzeti energia változása [J]:			
	1.	2.	3.
a golyó útja [m]:			
az eltelt idő [s]:			
a golyó sebessége [m/s]:			
a mozgási energia [J]:			

Határozd meg a forgási energiát!

*A golyó forgási energiája a helyzeti energia ( $E_h=m \cdot g \cdot h$ ) és a mozgási energia ( $E_m=m \cdot v^2/2$ ) különbsége.*

2.

a) Töltsd ki a táblázatot!

a golyó tömege [kg]:			
a szintkülönbség [m]:			
a helyzeti energia változása [J]:			
	1.	2.	3.
a golyó útja [m]:			
az eltelt idő [s]:			
a golyó sebessége [m/s]:			
a mozgási energia [J]:			

Határozd meg a forgási energiát!

A golyó forgási energiája a helyzeti energia ( $E_h=m \cdot g \cdot h$ ) és a mozgási energia ( $E_m=m \cdot v^2/2$ ) különbsége.

b) Töltsd ki a táblázatot!

a golyó tömege [kg]:			
a szintkülönbség [m]:			
a helyzeti energia változása [J]:			
	1.	2.	3.
a golyó útja [m]:			
az eltelt idő [s]:			
a golyó sebessége [m/s]:			
a mozgási energia [J]:			

Határozd meg a forgási energiát!

A golyó forgási energiája a helyzeti energia ( $E_h=m \cdot g \cdot h$ ) és a mozgási energia ( $E_m=m \cdot v^2/2$ ) különbsége.

c) Milyen hibalehetőségek merültek fel a mérésed során?

A mérőeszközök leolvasási hibája, a reakcióidőből adódó hiba, a golyó helyzetének pontatlan meghatározásából adódó hiba.

3.

a) Töltsd ki a táblázatot!

a rugóállandó meghatározása			
a rugó megnyúlása [m]:			
az erőmérő által mutatott érték [N]:			
a rugóállandó [N/m]:			
mérés a kifutón			
a rugó összenyomódása [m]:			
a rugalmas energia [J]:			
	1.	2.	3.
a fékút [m]:			
a súrlódási erő			

[N]:			
a súrlódási munka [J]:			

4.

a) Töltsd ki a táblázatot!

a rugóállandó meghatározása			
a rugó megnyúlása [m]:			
az erőmérő által mutatott érték [N]:			
a rugóállandó [N/m]:			
mérés a kifutón			
a rugó összenyomódása [m]:			
a rugalmas energia [J]:			
	1.	2.	3.
a fékút [m]:			
a súrlódási erő [N]:			
a súrlódási munka [J]:			

b) Töltsd ki a táblázatot!

a rugóállandó meghatározása			
a rugó megnyúlása [m]:			
az erőmérő által mutatott érték [N]:			
a rugóállandó [N/m]:			
mérés a kifutón			
a rugó összenyomódása [m]:			
a rugalmas energia [J]:			
	1.	2.	3.
a fékút [m]:			
a súrlódási erő [N]:			
a súrlódási munka [J]:			

c) Mit tapasztalsz?

*A rugalmas energia és a súrlódási munka nem egyezik meg pontosan a mérés során előforduló hibalehetőségek miatt.*

d) Milyen hibalehetőségek vannak a mérés során?

*A mérőeszközök leolvasási hibája, a reakcióidőből adódó hiba, a gördülési súrlódásból adódó energiaveszteség, a golyó és a csuszka helyzetének pontatlan meghatározásából adódó hiba. A kilövésnél használt rugó rugalmas energiája milyen mértékben alakul mozgási energiává és a rugó esetleges felpúposodásából adódó hiba.*

5.

a) Töltsd ki a táblázatot!

		1.	2.	3.
a test súlya [N]:				
a test helyzeti energiája [J]	20 cm magasban			
	30 cm magasban			
	40 cm magasban			

b) Mit tapasztalsz?

*A nagyobb magasságból leejtett test mélyebb lyukat üt a homokban.*

## 1.4. Vizsgálat: kétoldalú emelő, egyoldalú emelő

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Az erőhatás nem csak a test sebességét tudja változtatni, hanem forgató hatása is lehet. Ilyenkor az erő hatásvonalja nem megy át a forgástengelyen és nem is párhuzamos vele.

Az erő forgató hatását jellemző mennyiség a forgatónyomaték, ami az erő és az erőkar szorzata.  $M=F \cdot k$ . A forgatónyomaték mértékegysége a newtonméter [Nm].

Ritkán fordul elő, hogy egy mérleghintára két egyforma tömegű gyerek ül fel, mégis meg tudják oldani, hogy a hinta egyensúlyban legyen. Vajon hogyan?

Ha a csoport legerősebb gyereke megpróbálja az ajtót a forgástengelytől kis távolságra nyomni, még a leggyengébb gyerek is ellen tud tartani, ha ő az ajtó forgástengelytől legtávolabbi pontjában nyomja az ajtót.

Ha körülnézel a konyhai és háztartási eszközök között rengeteg kétoldalú és egyoldalú emelővel találkozhatasz. Vajon miért használjuk őket?

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- kétkarú mérleg
- súlysorozat
- 1 db erőmérő
- 1 db mérőléc

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

Általános szabályok.

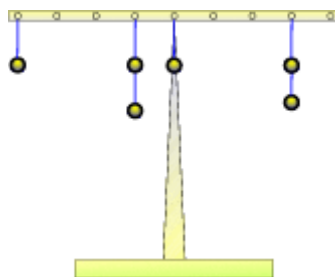
### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Válassz ki két egyforma nehezéket és helyezd el egyiket a forgástengelytől jobbra, a másikat balra! Próbáld egyensúlyi állapotokat előállítani! (3 perc)
2. Ismételd meg a kísérletet kettő-kettő egymáshoz rögzített nehezékekkel! Számold forgatónyomatékokat és töltsd ki a táblázatot! (3 perc)
3. Most három nehezékekkel kísérletezz! Kettőt rögzíts egymáshoz és akaszd a forgástengely jobb oldalára! A másik oldalon egy nehezékekkel próbáld kiegyensúlyozni a mérleget! (3 perc)
4. Most négy nehezékekkel kísérletezz! Hármat rögzíts egymáshoz és akaszd a forgástengely jobb oldalára! A másik oldalon egy nehezékekkel próbáld kiegyensúlyozni a mérleget! (3 perc)
5. Most a jobb oldalra két összeerősített nehezék kerüljön, a másik oldalon két különálló nehezék segítségével állíts be egyensúlyi helyzetet! Több megoldást is keress! (8 perc)

6. Próbáld meg egyensúlyi helyzetet keresni 3-2 nehezék eloszlással is az ábra szerint! Bárhogyan egymáshoz erősítheted őket. (4 perc)



2. ábra: kétoldalú emelő

<http://www.tests.hu/storage/img/fig56a1a52c169275.gif>

7. Válassz ki egy nehezéket és helyezd el a mérleg egyik oldalán. Ugyanazon oldalon akassz be egy erőmérőt, és felfelé húzva egyensúlyozd ki a mérleget! A kísérletet több helyen is végezd el! (3 perc)
8. Ismételd meg a kísérletet kettő egymáshoz rögzített nehezékkel! Az erőmérőt az előző kísérletben választott helyekre tedd! Számold a forgatónyomatékokat és töltsd ki a táblázatot! (3 perc)
9. Most a felakasztott súlyt próbáld úgy kiegyensúlyozni, hogy az erőmérőt kétszeres, háromszoros, fele akkora, harmad akkora távolságra helyezed a forgástengelytől, mint a nehezék erőkarja. Számold a forgatónyomatékokat és töltsd ki a táblázatot! (5 perc)
10. Akassz egy-egy nehezéket azonos oldalon különböző helyekre és vizsgáld az egyensúly feltételét különböző (de ugyanazon az oldalon lévő) helyekre akasztott erőmérővel! (5 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK

1.

- a) Töltsd ki a táblázatot!

	jobb oldal	bal oldal
súly ( $G$ [N])		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

- b) Mit tapasztalsz?

*Az erő és a távolság szorzata a jobb és bal oldalon megegyezik.*

2.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	jobb oldal	bal oldal
súly ( $G$ [N])		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

b) Mit tapasztalsz?

*Az erő és a távolság szorzata a jobb és bal oldalon megegyezik.*

3.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	jobb oldal	bal oldal
súly ( $G$ [N])		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

b) Mit tapasztalsz?

*Az erő és a távolság szorzata a jobb és bal oldalon megegyezik.*

4.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	jobb oldal	bal oldal
súly ( $G$ [N])		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

b) Mit tapasztalsz?

*Az erő és a távolság szorzata a jobb és bal oldalon megegyezik.*

5.



a) Töltsd ki a táblázatot!

jobb oldal			bal oldal					
$G_1 [N]$	$k_1 [m]$	$M_1 [Nm]$	$G_2 [N]$	$k_2 [m]$	$M_2 [Nm]$	$G_3 [N]$	$k_3 [m]$	$M_3 [Nm]$

b) Mit tapasztalsz?

*A jobb oldali forgatónyomaték megegyezik a bal oldali forgatónyomatékok összegével.*

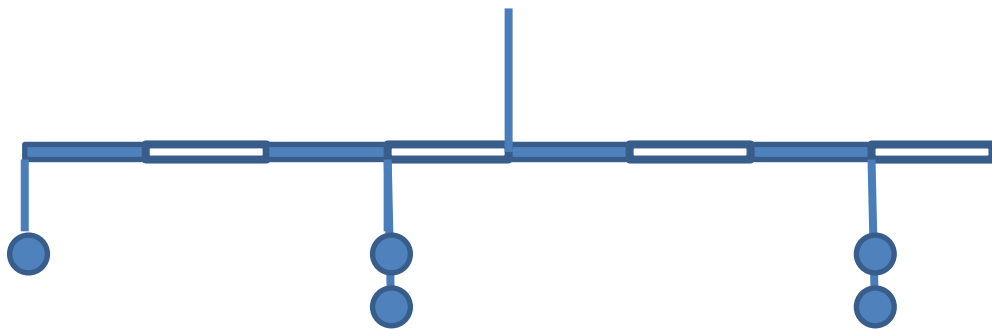
c) Fogalmazd meg általánosan a kétoldalú emelő egyensúlyára vonatkozó tapasztalataidat!

*Egyensúly esetén az ellenkező irányba forgató két erő forgatónyomatéka egyenlő.*

6.

a) Milyen lehetőségeket találtál a megoldásra? Készíts a mérésről az erőket feltüntető értelmező rajzot! Számold meg forgatónyomatékokat!

*Például:*



3. ábra: kétoldalú emelő

$$m \cdot g \cdot 4 \cdot x + 2 \cdot m \cdot g \cdot x = 2 \cdot m \cdot g \cdot 3 \cdot x$$

b) Sorolj fel kétoldalú emelőket a mindennapi életből!

*Toronydaru, gémeskút, mérleghinta, olló, csípőfogó, harapófogó.*

7.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	nehezék	erőmérő
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

b) Mit tapasztalsz?

*Az egyoldalú emelő egyensúlya esetében az ellenkező irányba ható erők forgatónyomatékai megegyeznek.*

8.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	nehezék	erőmérő
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

b) Mit tapasztalsz?

*Az egyoldalú emelő egyensúlya esetében az ellenkező irányba ható erők forgatónyomatékai megegyeznek.*

9.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	nehezék	erőmérő
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		
súly/erő [N]		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

b) Mit tapasztalsz?

*Az egyoldalú emelő egyensúlya esetében az ellenkező irányba ható erők forgatónyomatékai megegyeznek.*

10.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	nehezék	erőmérő
súly ( $G$ [N])		
távolság ( $k$ [m])		
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])		

súly (G [N])			
távolság ( $k$ [m])			
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])			
súly (G [N])			
távolság ( $k$ [m])			
forgatónyomaték ( $M$ [Nm])			

b) Mit tapasztalsz?

*Az egyoldalú emelő egyensúlya esetében az ellenkező irányba ható erők forgatónyomatékai megegyeznek.*

c) Fogalmazd meg általánosan az egyoldalú emelő egyensúlyára vonatkozó tapasztalataidat!

*Az egyoldalú emelő akkor van egyensúlyban, ha az ellenkező irányba ható erők forgatónyomatékai megegyeznek.*

d) Sorolj fel egyoldalú emelőket a mindennapi életből!

*Diótörő, sörnyitó, talicska, krumplinyomó, seprű, baseballütő.*

## 1.5. Vizsgálat: rezgésidő-tömeg összefüggésének vizsgálata rugó rezgése alapján

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Ha egy  $D$  rugóállandójú rugóra  $m$  tömegű testet akasztasz, és nyugalmi helyzetéből kimozdítva magára hagyod, akkor olyan rezgőmozgást végezel, melynek periódusideje:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}}.$$

A rugóállandó meghatározására több lehetőség is adódik. Egyrészt a fenti összefüggés alapján, másrészt a rugó erőtvényéből, miszerint:

$$F = D \cdot \Delta l,$$

ahol  $\Delta l$  a rugó megnyúlása,  $F$  pedig a rugóra akasztott test súlya.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db spirálrugó
- súlysorozat
- 1 db stopper
- 1 db állvány
- 1 db tükörskála
- milliméterpapír
- 1 db rugós erőmérő

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

Általános szabályok.

### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Akaszd a rugót az állványra, a végére pedig függessz fel egy ismert  $m$  tömegű testet! Hozd rezgésbe a rugót, az oldal irányú mozgásokat akadályozd meg! Mérd le 10 rezgés idejének segítségével a periódusidőt! A mérést ötször végezd el különböző tömegekkel és számolj átlagot! (10 perc)
2. Függessz különböző tömegű testeket a rugóra és határozd meg a megnyúlást! Számítsd ki a direkciós erőt! A mérést ötször végezd el különböző tömegekkel! (10 perc)
3. Ismételd meg az előző mérést úgy is, hogy leméred 10 rezgés idejének segítségével a periódusidőt! A mérést ötször végezd el különböző tömegekkel! (10 perc)
4. Akassz ismeretlen tömegű testet az ismert rugóállandójú rugóra! Mérd le 10 rezgés idejének segítségével a periódusidőt! Határozd meg a test tömegét! A mérést ötször ismételd meg! (10 perc)

## TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

1.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$m$ [kg]	$T$ [s] 10 rezgés esetén	$T$ [s] 1 rezgés esetén

b) Ábrázold grafikonon a periódusidőket a tömeg függvényében! Milyen összefüggést kaptál a két mennyiség között?

$$T \sim \sqrt{m}$$

2.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$F$ [N]	$\Delta l$ [m]	$D$ [N/m]

átlagok:

--	--	--

b) Határozd meg a rugó direkciós erejét a mért értékek átlagából!

3.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$m$ [kg]	$T$ [s] 10 rezgés esetén	$T$ [s] 1 rezgés esetén	$D$ [N/m]


átlagok:

--	--	--

b) Határozd meg a rugó direkciós erejét a mért értékek átlagából!

4.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$T [s]$ 10 rezgés esetén	$T [s]$ 1 rezgés esetén	$m [kg]$

átlagok:

--	--	--

b) Határozd meg a test tömegét a számított értékek átlagából!

c) Ellenőrizd mérésedet rugós erőmérővel is!

d) Mikor célszerű a rugós módszert tömegmérésre használni?

*Pl. súlytalanság állapotában, amikor a rugós erőmérő nem használható.*

## 1.6. Vizsgálat: hőtágulás

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Budapesten, a Múzeum körúton órákra leállt a villamos forgalom, mert felpúposodtak a sínek, hiába jártak a locsolóautók.

Télen, a nagy hidegben villanyvezetékek szakadnak le, de nem a rájuk fagyott jég miatt.

Vajon mi lehet ezeknek a jelenségeknek az oka?

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 2 db üveglombik
- 1 db borszeszégő
- gyufa
- 2 db dugó üvegcsővel
- 1 db pénzérme
- víz
- alkohol
- alufólia
- S'Gravesande-készülék
- 2 db állvány
- szappan
- 1 db üvegcád
- hőtágulást bemutató eszköz (emeltyű-pyrométer)
- 1 db fémrúd
- 1 db fél literes fém üdítősdoboz
- 1 db fogó
- 1 db bimetall-szalag
- 1 db hőmérő

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

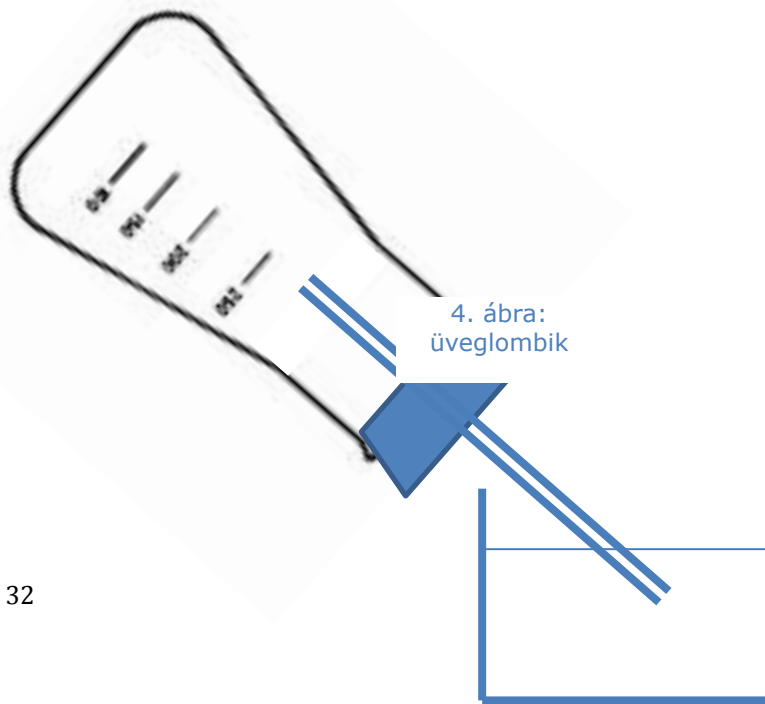


### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

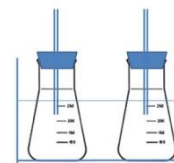
1. Kend be a lombik száját szappanos vízzel, majd helyezz rá egy pénzérmét, ami lefedi! Óvatosan kezd melegíteni a kezdeddel a lombikot! Mi történik? (3 perc)
2. Zárd le az üveglombik száját dugóval, amibe





vékony üvegcsövet illesztettek! A cső végét vízben tartva kezd borszeszégővel melegíteni a lombikot! Mit tapasztalsz?  
Mit figyelhetsz meg a melegítés befejezése után? (5 perc)

3. Töltsd meg az ábra szerint az egyik lombikot vízzel, a másikat alkohollal, majd zárd le őket üvegcsővel ellátott dugókkal úgy, hogy a csövek vége a lombikon belül beleérjen a folyadékokba! Állítsd a két lombikot meleg vízzel töltött üvegcádba! Mit tapasztalsz? (5 perc)



5. ábra:  
üveglombikok

4. Tölts a fém üdítő dobozba kb. egy kanálnyi vizet és borszeszégőn forrald el! A víz elforrálása után a dobozt fogóval megfogva, egy hirtelen mozdulattal, szájával lefelé fordítsd bele egy üvegcádban lévő hideg vízbe! Mit tapasztalsz? (7 perc)
5. Feszíts ki vékony alufólia csíkot az állványok közé és óvatosan kezd melegíteni borszeszégővel! Mit veszel észre kis idő elteltével? (3 perc)
6. Melegítsd a bimetall-szalagot borszeszlánggal a lemez egyik, majd másik oldalán! Mit tapasztalsz? (5 perc)
7. Fogd ujjaid közé a hőmérő folyadéktartályát, esetleg finoman dörzsöld! Mit tapasztalsz? (2 perc)

8. Tanulmányozd az emeltyű-pyrométer működését! Helyezz fém rudat a hőtágulást bemutató eszköz tartórára és kezd melegíteni! Mi történik? Mi történik a rúd lehűlése után? (5 perc)

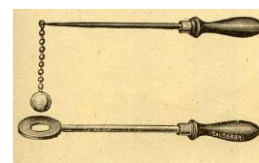


6. ábra: emeltyű-  
pyrométer

([http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/viztorony/vitrin\\_4.php#v4e79](http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/viztorony/vitrin_4.php#v4e79))

9. S'Gravesande készülék segítségével vizsgáld meg, hogy a golyó átfér-e a karikán? Ezután melegítsd a golyót, majd próbáld meg újra! Végül melegítsd a golyót a karikával együtt! Mit tapasztalsz? (5 perc)

[http://www.tanszertar.hu/eken/2006\\_01/nadasi\\_06\\_01\\_elemei\\_2/15.jpg](http://www.tanszertar.hu/eken/2006_01/nadasi_06_01_elemei_2/15.jpg)



7. ábra: S'Gravesande  
készülék

## TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK

1.

- a) Mit tapasztaltál, miután kezded melegíteni kezdted a lombikot?

*A levegő a kezünk melegének hatására tágulni kezdett és miközben megemelte a pénzérmét, szappanbuborékot fújt az üveg szájára.*

2.

- a) Mit tapasztaltál, miután borszeszégővel melegíteni kezdted a lombikot?

*A levegő a melegítés hatására tágulni kezdett. A lombikból kiszabaduló levegő buborékok formájában látható a vízben.*

b) Mi történt a melegítés befejezése után?

*A lombikba víz áramlik be.*

c) Mit bizonyít a kísérlet?

*A hőtágulás jelenségét.*

d) Miért nehéz lecsavarni a befőttek tetejét?

*Amikor a befőttest készítik, akkor forró állapotban csavarják rá a tetejét. Miközben lehűlt, a nyomás lecsökkent az üveg belsejében.*

3.

a) Mi történt a folyadékok szintjével az üvegcsőben?

*Felemelkedett.*

b) Melyik folyadék emelkedett feljebb?

*Az alkohol.*

c) Mi lehet az oka?

*Nagyobb a hőtágulási együtthatója.*

4.

a) Mit tapasztalsz?

*A légnyomás összeroppantotta.*

5.

a) Mi történt az alufólia csíkkal a melegítés hatására?

*Megnyúlik.*

6.

a) Mit tapasztalsz?

*A szalag elgörbült, mert a nagyobb mértékben táguló fém elhajlítja a kevésbé táguló lemezt.*

b) Mire használható a bimetall-szalag a gyakorlatban?

*Fém hőmérők, tűzérzékelő, tűzjelző berendezések, hőkapcsolók készítésénél.*

7.

a) Mit tapasztalsz?

*A hőmérőben található folyadék kitágul.*

b) Értelmezd a hőmérő működését!

*A folyadékos hőmérők működési elve a hőtáguláson alapszik. A hőmérséklet-változás során a folyadékot tartalmazó üvegtartály térfogata is változik, de a benne levő folyadék térfogata lényegesen nagyobb mértékben változik meg.*

8.

a) Mi történt a fém rúddal a melegítés hatására?

*Megnyúlik.*

b) Mi történt a melegítés befejezése után?

*Összehúzódik eredeti hosszára.*

c) Írj két-két példát, hol hasznos és hol káros a hőtágulás!

*Hasznos: hőmérő, léghajó, bimetal jelzőkészülékek.*

*Káros: vezetékek, hidak, sínek, csövek.*

9.

a) Foglald össze tapasztalataidat!

*Kezdetben a golyó átfér a karikán. Ha a golyót melegítjük, akkor nem fér át. Ha a karikát is melegítjük, akkor újra átfér.*

b) Fogalmazd meg, hogyan viselkedik a lyuk melegítés hatására!

*A lyuk melegítéskor úgy viselkedik, mintha anyaggal lenne kitöltve.*

## 1.7. Vizsgálat: gázok állapotváltozása

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Boyle-Mariotte törvénye szerint izoterm folyamatok esetén az állandó tömegű gáz nyomásának és térfogatának szorzata állandó.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db 30 cm hosszú, 2-3 mm belső átmérőjű egyik végén zárt üvegcső
- 1 db vonalzó
- 1 db barométer
- néhány köbcentiméternyi higany
- 1 db kémcsőfogó
- gázláng
- 1 db műanyag fecskendő tű nélkül

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. A műanyag fecskendő dugattyúját húzd fel felső állásba, majd ujjaddal fogd be légmentesen a fecskendő nyílását és a dugattyút nyomd lefelé! Mit tapasztalsz? Engedd el a dugattyút! Mit tapasztasz? (5 perc)
2. Készítsd el a kísérlethez szükséges Melde csövet úgy, hogy gázlángon felmelegíted az üvegcsövet, majd a nyitott végét mártsd higanyba! Várd meg, amíg a hűlés során kb. 6-8 cm higanyt felszív, majd vedd ki a higanyból! Mérd meg a felszívott higanyoszlop hosszát! **Figyelem: a higany és gőze is mérgező!** (20 perc)
3. Állítsd a csövet függőlegesen a nyitott végével felfelé, aztán vízszintesen, majd ismét függőlegesen, de most a nyitott végével lefelé! Mérd meg a bezárt levegőoszlop hosszát mindhárom esetben! A mérést tálca felett végezd, hogy elkerüld a higanyszennyezést! A mérést többször ismételd meg, eredményeidet átlagold! (15 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

1.

- a) Mit tapasztalsz?

A bezárt levegőt egyre nehezebb összenyomni, és egy bizonyos határon túl nem is sikerül tovább.

b) Mit tapasztalsz?

A dugattyút elengedve a levegő kitágul, és a dugattyút kiindulási helyzetébe nyomja vissza.

2.

A Melde-cső egy körülbelül 30-35 cm hosszúságú, egyik végén zárt, kapilláris üvegcső, amiben egy 6-7 cm hosszú higanyszállal levegőoszlopot zártak el.

2.

a) A légköri nyomás értékét olvasd le a barométerről:

b) A felszívott higanyoszlop hosszát mérd:

c) A higany sűrűségét olvasd ki táblázatból:  $13600 \text{ kg/m}^3$

d) A higanyoszlop hidrosztatikai nyomását számítsd ki:

$$p_h = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h$$

3.

a) Határozd meg a bezárt levegő nyomását a három esetben!

*függőleges, nyitott vég felfelé: légköri nyomás +  $p_h$*

*vízszintes: légköri nyomás*

*függőleges, nyitott vég lefelé: légköri nyomás -  $p_h$*

b) Töltsd ki a táblázatot!

a cső helyzete	levegőoszlop hossza ( $l$ [m])	bezárt levegő nyomása ( $p$ [Pa])	$p \cdot l$ [Pa·m]
függőleges, nyitott vég felfelé			
vízszintes			
függőleges, nyitott vég lefelé			

c) Mit tapasztalsz?

*Adott gázmennyiség nyomásának és térfogatának szorzata állandó hőmérsékleten állandó.*

## 1.8. Vizsgálat: energiamegmaradás hőtani folyamatokban

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Az első főtétel kimondja, hogy egy rendszer belső energia változása megegyezik a rendszerrel közölt hő és a rendszeren végzett munka előjeles összegével.  $\Delta E = Q + W$ .

Vizsgáld meg azt is, hogy hőközlés hatására milyen összefüggés szerint és milyen tényezőktől függ egy test hőmérsékletének változása. Ha ügyelsz arra, hogy a kísérlet során számottevő tágulási munka ne történjen, akkor a belső energia változását csak a hőközlés eredményezi majd.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db kaloriméter
- 1 db digitális mérleg
- 1 db hőmérő
- 1 db kerékpárpumpa
- víz

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

Általános szabályok.

### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Fogd be ujjaddal a pumpából kivezető cső végét és pumpáld a befogott tömlőjű kerékpárpumpát! Néhány lenyomás után fogd meg a pumpa, illetve a csövecske oldalát! Mit tapasztalsz? (5 perc)
2. Önts a kaloriméterbe ismert tömegű vizet ( $m_1$ ), amit a digitális mérleggel lemértél. Várd meg, amíg a hőmérséklet kiegyenlítődik és olvasd le a hőmérő által mutatott értéket ( $t_1$ )! (Ez az érték legyen pár fokkal a szobahőmérséklet alatt.) Öntsél a kaloriméterbe ismert tömegű ( $m_2$ ) és hőmérsékletű ( $t_2$ ) meleg vizet! Az összeöntött vizet lassan keverd és olvasd le a közös hőmérsékletet ( $t$ )! Adataidat ábrázold táblázatban! (20 perc)
3. Ismételd meg a mérést más  $m$  tömegű és  $t$  kezdőhőmérsékletű vízmennyiségekkel is! (15 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

1.

- a) Mit tapasztalsz?

*A pumpa, illetve a csövecske oldala felmelegedett.*

b) Miért?

*A dugattyú mozgása során újabb és újabb lökést kapnak a levegő molekulái. Sebességük és ez által hőmérsékletük nő. A pumpa kerete pedig fém, ami jól vezeti a hőt.*

2.

a) Töltsd ki a táblázatokat!

$m_1 [g]$	$t_1 [^{\circ}C]$	$m_2 [g]$	$t_2 [^{\circ}C]$	$t [^{\circ}C]$

$m_1 \cdot (t - t_1)$	$m_2 \cdot (t_2 - t)$

3.

a) Töltsd ki a táblázatokat!

$m_1 [g]$	$t_1 [^{\circ}C]$	$m_2 [g]$	$t_2 [^{\circ}C]$	$t [^{\circ}C]$

$m_1 \cdot (t - t_1)$	$m_2 \cdot (t_2 - t)$

b) Töltsd ki a táblázatokat!

$m_1 [g]$	$t_1 [^{\circ}C]$	$m_2 [g]$	$t_2 [^{\circ}C]$	$t [^{\circ}C]$

$m_1 \cdot (t - t_1)$	$m_2 \cdot (t_2 - t)$

c) Mit állapíthatsz meg?

$$m_1 \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot (t_2 - t)$$

d) Számítsd ki, milyen eredményre számíthatsz akkor, ha  $m_2$  tömegű és  $t_2$  hőmérsékletű glicerint, vagy petróleumot öntesz a vízhez! A szükséges adatokat táblázatból keresd ki!

$$c_{\text{víz}} \cdot m_1 \cdot (t - t_1) = c_{\text{glicerin}} \cdot m_2 \cdot (t_2 - t)$$

$$c_{\text{glicerin}} = 2390 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}.$$

$$c_{\text{víz}} \cdot m_1 \cdot (t - t_1) = c_{\text{petróleum}} \cdot m_2 \cdot (t_2 - t)$$

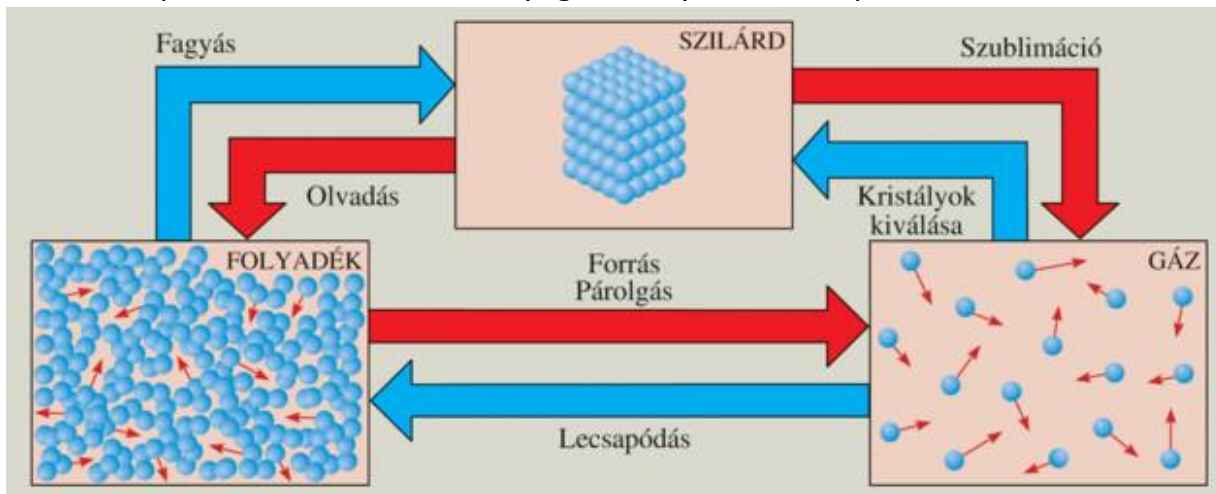
$$c_{\text{petróleum}} = 2100 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}.$$



## 1.9. Vizsgálat: halmazállapot-változások

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Az anyagok halmazállapota fizikai tulajdonság. A különféle halmazállapotú anyagokban a részecskék összekapcsolódási módja tér el egymástól. A halmazállapot-változás során az anyag a környezetével lép kölcsönhatásba.



8. ábra: halmazállapot-változások

[https://www.mozaweb.hu/Lecke-Kemia-Kemia\\_7-A\\_halmazallapotvaltozasokat\\_kisero\\_energiavaltozasok-98573](https://www.mozaweb.hu/Lecke-Kemia-Kemia_7-A_halmazallapotvaltozasokat_kisero_energiavaltozasok-98573)

Az olvadáshő ( $L_o$  [ $\frac{J}{kg}$ ]) megmutatja, mennyi energiára ( $Q$ ) van szükség egységnyi tömegű szilárd anyag normál légköri nyomáson történő megolvasztásához. Ugyanennyi energia szabadul fel, ha egységnyi tömegű folyadék megfagy ugyanebből az anyagból.

$$L_o = \frac{Q}{m}$$

Ha vízhez jeget keverünk, a víz lehűlése során leadott hőmennyiség fordítódik a jég megolvasztására, majd a jégből lett víz melegedésére.

A forráshő ( $L_f$  [ $\frac{J}{kg}$ ]) megmutatja, mennyi energiára ( $Q$ ) van szükség normál légköri nyomáson egységnyi tömegű folyékony anyag elforrálásához. Ugyanennyi energia szabadul fel, ha egységnyi tömegű gőz lecsapódik ugyanebből az anyagból.

$$L_f = \frac{Q}{m}$$

Ha vízhez gőzt vezetünk, a víz melegedésére a gőz lecsapódásakor és a gőzből lett víz lehűlése során felszabaduló hőmennyiség fordítódik.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db kaloriméter tartozékokkal
- 1 db mérőhenger
- 1 db hőmérő
- jég
- itatóspapír
- 1 db borszeszégő
- 1 db kémcső
- 1 db kémcsőfogó csipesz
- 1 db papír zsebkendő
- víz

- jó
- 1 db műanyag fecskendő

- 1 db főzőpohár

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Tölts langyos vizet a kaloriméterbe, aminek mérőhenger segítségével meghatározad a tömegét ( $m_1$ )! Várd meg a közös hőmérséklet kialakulását ( $t_1$ )! Öntsd bele a kaloriméterbe az előzőleg szárazra törölt jeget, aminek hőmérséklete  $t_2=0^\circ\text{C}$ , előzőleg mérted a tömegét ( $m_2$ )! Folyamatos keverés közben várd meg, amíg megolvad a jég! Olvasd le a közös hőmérsékletet ( $t_{\text{közös}}$ )! Mérd le a kaloriméterben lévő víz tömegét mérőhenger segítségével! A mérést háromszor végezd el! (25 perc)
2. Szórj kevés jódkristályt a kémcső aljára, a kémcső felső végére pedig tekerj hideg vizes papír zsebkendőt! A kémcső alját a kémcsőfogó segítségével ferdén tartva melegítsd borszeszlángban! Mit tapasztalsz? (10 perc)
3. Melegíts vizet a főzőpohárban, majd szívj fel a fecskendőbe kb. 1 ml meleg vizet! A víz feletti levegőt dugattyúval nyomd ki, majd ujjaddal légmentesen fogd be a fecskendő nyílását és hirtelen rántsd ki a dugattyút! Mit tapasztalsz? (5 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

1.

- a) Töltsd ki a táblázatot! A víz fajhőjét táblázatból keresd ki!

	$m_1$ [kg]	$t_1$ [ $^\circ\text{C}$ ]	$m_2$ [kg]	$c_{\text{víz}} \cdot m_1 \cdot (t_1 - t_{\text{közös}})$ [J]	$c_{\text{víz}} \cdot m_2 \cdot t_{\text{közös}}$ [J]
1.					
2.					
3.					

b) Határozd meg a jég olvadáshőjét!

Ha a hőveszteségektől eltekintünk:

$$c_{\text{víz}} \cdot m_1 \cdot (t_1 - t_{\text{közös}}) = L_o \cdot m_2 + c_{\text{víz}} \cdot m_2 \cdot t_{\text{közös}}$$

$$L_o = \frac{c_{\text{víz}} \cdot m_1 \cdot (t_1 - t_{\text{közös}}) - c_{\text{víz}} \cdot m_2 \cdot t_{\text{közös}}}{m_2}$$

c) Nézz utána az irodalmi értéknek!

$$L_o = 334\,000 \text{ J/kg}$$

d) Mi lehet az eltérés oka?

*A folyamat során fellépő hőveszteségek, a mérőeszközök leolvasási hibája, a kaloriméter vízértéke.*

2.

a) Mit tapasztalsz? Miért?

*A szublimáció olyan halmazállapot-változás, melynek során a szilárd anyag melegítés hatására a folyadék állapotot kihagyva rögtön gőzzé alakul. A jód molekuláit szilárd állapotban gyenge másodlagos kötések tartják össze, így a kezdetben szürke fémes színű jódkristályok a melegítés hatására szublimálnak és lila színű jódgőz képződik. A kémcső falának vizes papír zsebkendővel lehűtött részén kondenzáció figyelhető meg, a jód kristályok formájában válik ki a kémcső falán.*

3.

a) Mit tapasztalsz? Miért?

*A víz felett hirtelen lecsökken a légnyomás és a víz forrásba jön.*

b) Mi a véleményed az alábbi állításról?

*„A víz forráspontja 100 °C, a jég olvadáspontja 0 °C.”*

*A víz forráspontja és fagyáspontja is függ a külső nyomástól. A nyomás növelésével a forráspont nő, az olvadáspont csökken.*

## 1.10. Vizsgálat: testek elektromos állapota

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Különbéle anyagú testek szoros érintkezéssel elektromos állapotba hozhatóak, ami kétféle lehet. Az ilyen testeket elektromos mező veszi körül, így ezen keresztül más testekkel kölcsönhatásba kerülhetnek.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db A4-es papír
- 1 db műanyag fólia
- 2 db ebonit rúd
- 1 db üvegrúd
- gyapjúszőrme
- selyem, vagy bőr, vagy papír
- nikecell golyók
- 2 db elektroszkóp
- 1 db szívószál
- 1 db műanyagnyelű fémpálca

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

Általános szabályok.

### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Dörzsöld össze a papírt a műanyag fóliával, válaszd szét, majd közelítsd őket egymáshoz! Mit tapasztalsz? (3 perc)
2. Közelítsd a gyapjúval megdörzsölt ebonit rudat a nikecell golyócskákhöz! Ismételd meg a kísérletet a dörzsöléshez használt gyapjúval is! Mit tapasztalsz? (3 perc)
3. Közelítsd a gyapjúval megdörzsölt ebonit rudat vékonyan folyó vízszugárhoz! Mit tapasztalsz? (3 perc)
4. Közelítsd a gyapjúval megdörzsölt ebonit rudat az elektroszkóphoz, de ne érintsd hozzá! Utána vedd el a közeléből! Mit tapasztalsz? (3 perc)
5. Most érintsd meg a gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal az elektroszkópot, majd vidd el a közeléből! Mit tapasztalsz? (3 perc)
6. Közelíts a gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal feltöltött elektroszkóphoz először gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal, majd selyemmel megdörzsölt üvegrúddal! Mit tapasztalsz? (5 perc)
7. A gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal feltöltött elektroszkóphoz érints műanyag szívószálat vagy papírt! Mi történik? Most érintsd hozzá a dörzsöléshez használt szőrmét! (3 perc)
8. Tűcsapágyra helyezett szőrmével megdörzsölt ebonitrúddal először közelítsünk ugyancsak szőrmével megdörzsölt ebonit rudat, majd

selyemmel megdörzsölt üveg rudat! Vizsgáld meg azt is, mi történik, ha a dörzsöléshez használt szőrmét közelíted! (5 perc)

9. Köss össze két elektroszkópot műanyag nyelű fémpálcával! Közelíts gyapjúval megdörzsölt ebonit rudat az egyik műszerhez! Emeld le az összekötő fémpálcát anélkül, hogy a rudat eltávolítanád! Mit tapasztalsz az ebonit rúd eltávolítása után? (6 perc)

10. A gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal töltsd fel az egyik, a papírral megdörzsölt üvegrúddal a másik elektroszkópot! Mutasd meg, hogy a két elektroszkóp töltése ellentétes! (6 perc)

### **TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK**

1.

a) Mit tapasztalsz? Miért?

*Vonzák egymást. Dörzsölés hatására elektromos állapotba kerültek a testek.*

2.

a) Mit tapasztalsz? Miért?

*A rúd és a szőrme is vonzza a golyókat. Elektromos töltések szétválasztódása szigetelőben, elektromos erőtér hatására.*

3.

a) Hogyan viselkedett a vízszugár? Miért?

*A víz dipólus molekulákból áll és az elektromos töltések szétválasztódása miatt a vízszugár elhajlott az elektromosan töltött rúd felé.*

b) Benzinnel is megismételhető lenne a kísérlet?

*Nem, mert a benzin molekulái apolárisak.*

4.

a) Hogyan viselkedett az elektroszkóp a rúd közelítése során?

*Töltést jelzett.*

b) Hogyan viselkedett az elektroszkóp a rúd távolítása során?

*Nem jelzett töltést.*

5.

- a) Hogyan viselkedett az elektroszkóp a megdörzsölt rúddal való megérintés során?

*Töltést jelzett azután is, miután a rudat elvittük a közeléből.*

6.

- a) Mit tapasztaltál, amikor a gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal feltöltött elektroszkóphoz gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal közelítettél?

*Az elektroszkóp nagyobb töltést jelzett.*

- b) Mit tapasztaltál, amikor a gyapjúval megdörzsölt ebonit rúddal feltöltött elektroszkóphoz selyemmel megdörzsölt üvegrúddal közelítettél?

*Az elektroszkóp kisebb töltést jelzett.*

7.

- a) Mi történt, miután műanyag szívószállal, vagy papírral megérintetted a feltöltött elektroszkópot?

*Megtartotta töltését.*

- b) Mi történt, miután a szőrmét érintetted a feltöltött elektroszkóphoz?

*Elvesztette töltését.*

8.

- a) Mi történt a tűcsapágyra helyezett szőrmével megdörzsölt ebonit rúddal, amikor szőrmével megdörzsölt ebonit rúddal közelítettél hozzá?

*Taszították egymást.*

- b) Mi történt a tűcsapágyra helyezett szőrmével megdörzsölt ebonit rúddal, amikor selyemmel megdörzsölt üveg rúddal közelítettél hozzá?

*Vonzották egymást.*

- c) Mi történt a tűcsapágyra helyezett szőrmével megdörzsölt ebonit rúddal, amikor a dörzsöléshez használt szőrmét közelítettél hozzá?

*Vonzották egymást.*

9.

- a) Hogyan viselkedtek az elektroszkópok az ebonit rúd közelítése során?

*Mindkét elektroszkóp töltést jelzett.*

- b) Hogyan viselkedtek az elektroszkópok az ebonit rúd távolítása során, miután az összekötő fémpálcát már leemelted?

*Mindkét elektroszkóp töltést jelzett.*

- c) Egészítsd ki az alábbi mondatot!

A vezetőekben az elektronok képesek elvándorolni, a szigetelőkben nem.  
Vezetők például: *fémek (ezüst, réz, vas, alumínium), grafit, elektrolitok.*  
Szigetelők például: *üveg, műanyag, kerámia, olaj, gumi.*

10.

- a) Hogyan igazolható, hogy a két elektroszkóp töltése ellentétes?

*Érintsük össze őket, vagy kössük össze őket vezető anyaggal. Az elektroszkópok által jelzett töltések csökkennek.*

## 1.11. Vizsgálat: elektromos áram

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Az elektromos áram – esetekben az elektronok mozgása a vezetőben, - feszültség hatására jön létre a zárt vezetőkörben. A feszültség az elektromos mezőt munkavégző képesség szempontjából jellemző mennyiség. Mérése voltmérővel történik, amit párhuzamosan kell kötnöd a fogyasztóval. Fogyasztó nélkül bekötve áramkörbe a voltmérőt az áramforrás feszültségét méred. Bekötéskor mindig a nagyobb méréshatárt válaszd, amit aztán szükség szerint csökkenthetsz! Az áramforrás + jelű kivezetését a voltmérő + sarkához, a - kivezetést a voltmérő megfelelő méréshatárát jelző kivezetéséhez kell kötnöd! Párhuzamos kapcsolásnál a fogyasztókat egymástól függetlenül tudod működtetni az áramforrásról. Ilyen kapcsolásokat találhatsz a lakásokban is, ahol nem lenne szerencsés, ha a televízió csak akkor működne, ha megy a mosógép, a hűtő és ég az összes lámpa...

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 3 db zseblámpaizzó
- 2 db kapcsoló
- vezetékek
- 2 darab digitális multiméter

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

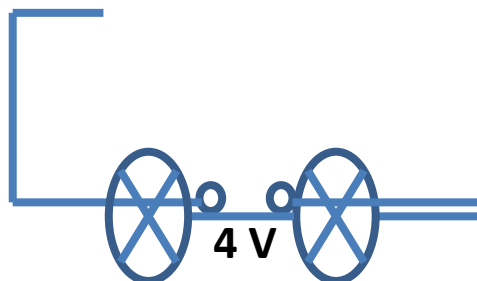


### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Készítsd el a 9. ábrán látható áramkört! Csavard ki az egyik izzót! Mit tapasztalsz? (4 perc)

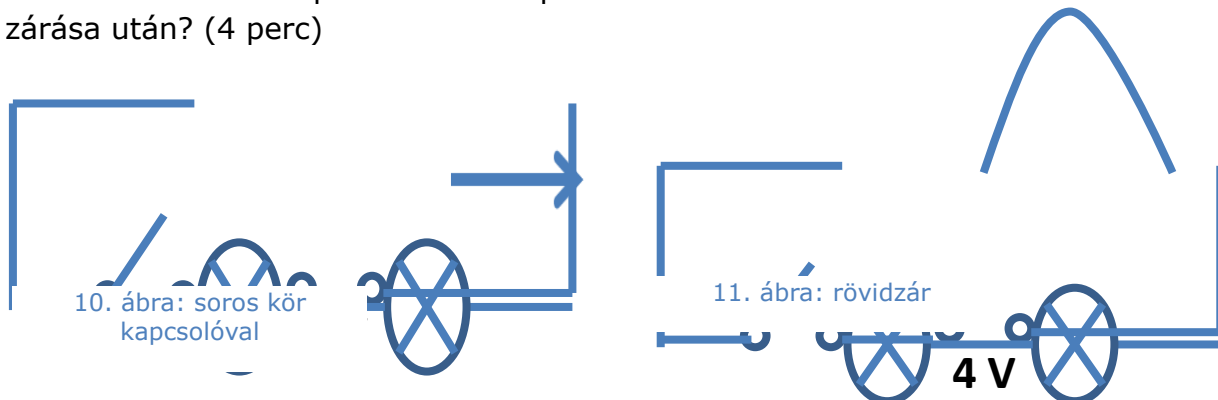


9. ábra: soros kör

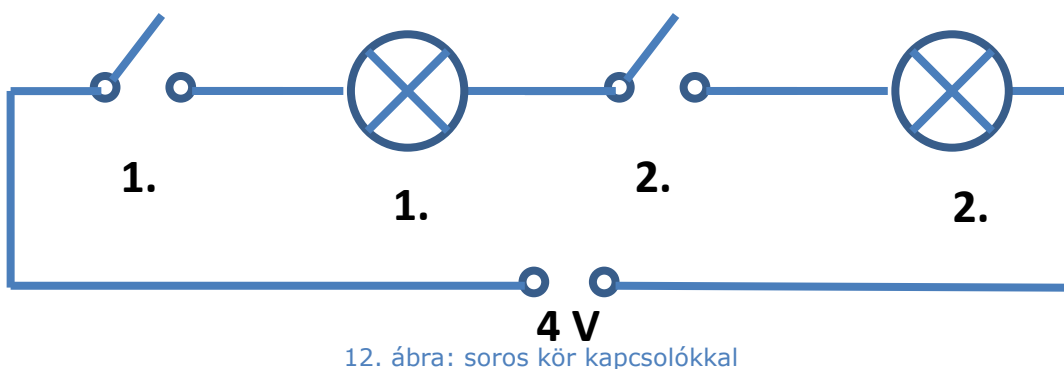
2. Növeld az izzók számát! Mi történik a fényességükkel? (4 perc)



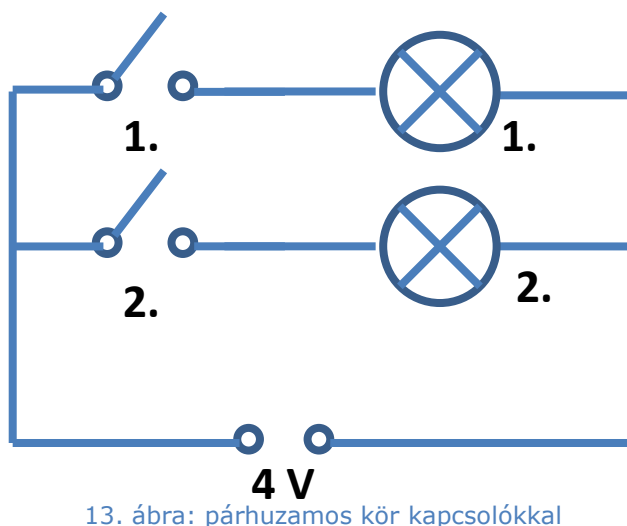
3. Készítsd el a 10. ábrán látható áramkört és köss be egy vezetékét a 11. ábra szerint! Mit tapasztalsz a kapcsoló zárása után? (4 perc)



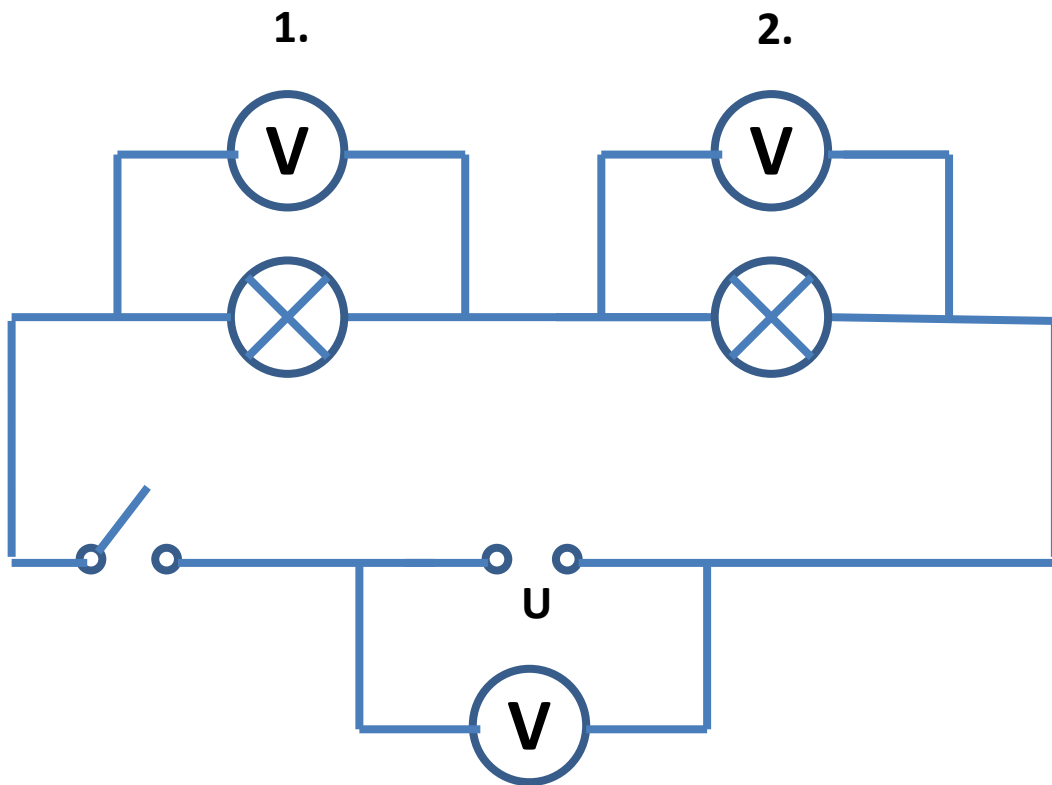
4. Megfelelő lenne-e egy lakásban az alábbi kapcsolás, ahol minden lámpához külön kapcsoló tartozik? Vizsgáld meg a feladatlap alapján! (4 perc)



5. Vizsgáld meg az alábbi kapcsolást a feladatlap alapján! (4 perc)

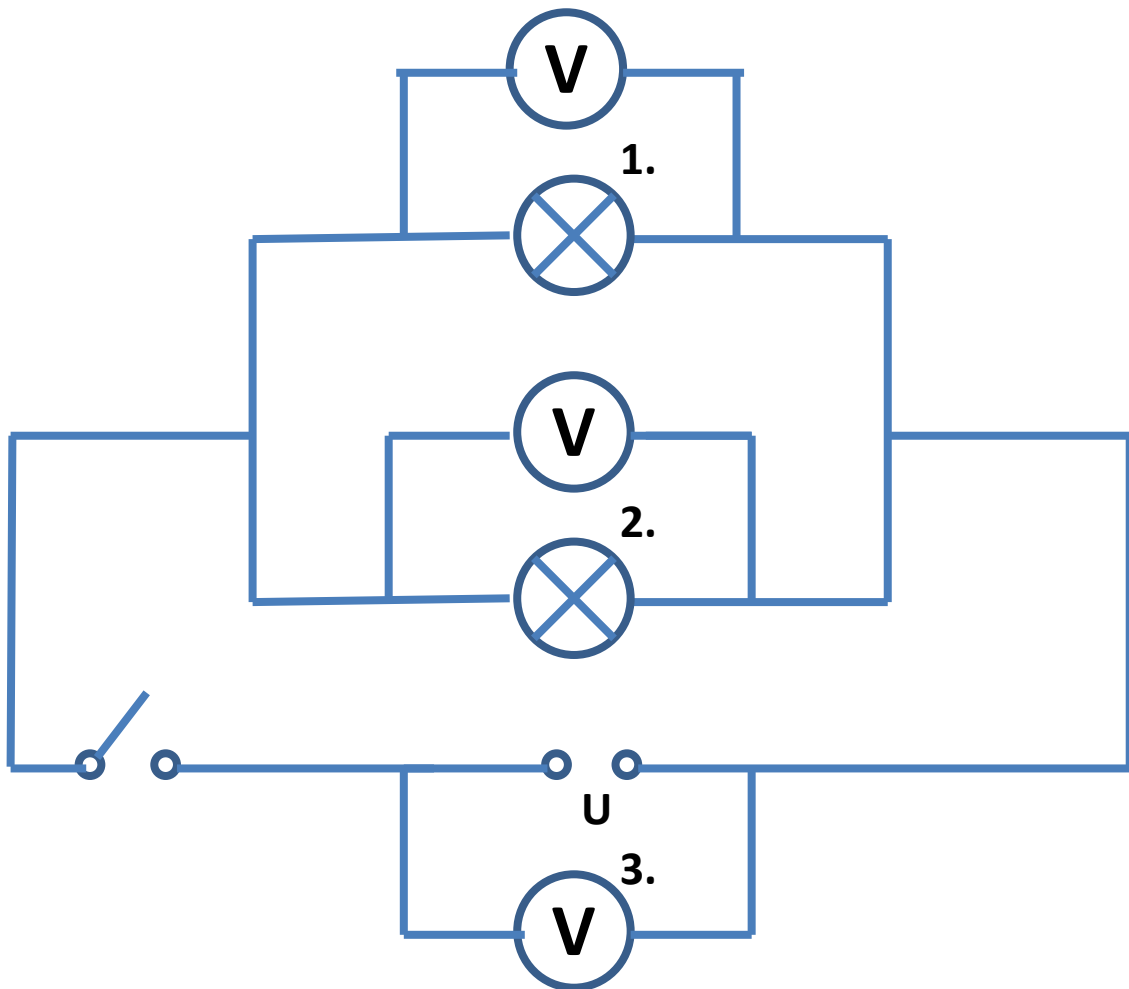


6. Az előző kapcsolásban mindkét kapcsolt zárva tartva csavard ki az egyik izzót! Mit tapasztalsz? (2 perc)
7. Állítsd össze az alábbi áramkört! Állíts be különböző feszültségértékeket az áramforráson és mérd meg a feszültségeket a jelzett helyeken! (6 perc)



14. ábra: soros kötés feszültségviszonyai

8. Csavard ki a kettes jelzésű izzót és ismételd meg az előző mérést! (2 perc)
9. Állítsd össze az alábbi áramkört! Állíts be különböző feszültségértékeket az áramforráson és mérd meg a feszültségeket a jelzett helyeken! (6 perc)



15. ábra: párhuzamos kör feszültségviszonyai

10. Csavard ki a kettes jelzésű izzót és ismételd meg az előző mérést! (4 perc)

#### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

1.

a) Mi történt az izzó kicsavarása után?

*A másik izzó sem világít.*

2.

a) Hogyan változott az izzók fényessége a darabszámuk növelésével?

*Csökkent.*

b) Miért?

*Csökken a rajtuk eső feszültség.*

3.

a) Mi történt a vezeték bekötése után?

A megkerült izzó nem világít.

b) Magyarázd meg!

Az elektronok a kisebb ellenállású utat választják.

c) Fogalmazd meg a rövidzár fogalmát!

Két áramköri pont között az összeköttetést nagyon kicsi (gyakorlatilag 0) ellenálláson keresztül valósítjuk meg.

d) Sorosan kapcsolt karácsonyfafüzér esetén hogyan lehet a rosszat megtalálni?

Egy jó izzó segítségével végig próbálva, vagy rövidzár alkalmazásával.

4.

a) Vizsgáld meg, mi történik a kapcsolók nyitása és zárása során! Töltsd ki a táblázatot!

1.	2.	1.	2.
kapcsoló állása		izzó világít?	
nyitva	nyitva	<i>nem</i>	<i>nem</i>
nyitva	zárva	<i>nem</i>	<i>nem</i>
zárva	nyitva	<i>nem</i>	<i>nem</i>
zárva	zárva	<i>igen</i>	<i>igen</i>

b) Megfelelő lenne-e egy lakásban az előző kapcsolás, ahol minden lámpához külön kapcsoló tartozik?

*Nem, mert csak akkor világítanak a lámpák, ha az összes kapcsoló fel van kapcsolva, de akkor az összes világít.*

5.

a) Vizsgáld meg, mi történik a kapcsolók nyitása és zárása során! Töltsd ki a táblázatot!

1.	2.	1.	2.
kapcsoló állása		izzó világít?	
nyitva	nyitva	<i>nem</i>	<i>nem</i>
nyitva	zárva	<i>nem</i>	<i>igen</i>

zárva	nyitva	<i>igen</i>	<i>nem</i>
zárva	zárva	<i>igen</i>	<i>igen</i>

b) Megfelelő lenne-e egy lakásban az előző kapcsolás, ahol minden lámpához külön kapcsoló tartozik?

*Igen, ezt is használják.*

6.

a) Mit tapasztaltál az izzó kicsavarása során?

*A másik izzó továbbra is világít.*

b) Mi lehet a jelenség oka?

*A másik mellékágban és a főágban az elektronáramlás folyamatos.*

7.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$U$	$U_1$	$U_2$	$U_3$
4 V			
6 V			
8 V			

b) Mit tapasztalsz?

$$U_1 + U_2 = U_3$$

c) Mivel magyarázod a tapasztaltakat?

*Az áramforrás elektromos mezője által végzett elektromos munka a két fogyasztón végzett munka összege.*

d) Fogalmazd meg a szabályszerűséget általánosan a feszültségre sorosan kapcsolt áramkörök esetén!

*Sorosan kapcsolt fogyasztók sarkain mért feszültségek összege megegyezik az áramforrás sarkain mért feszültséggel.*

8.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$U$	$U_1$	$U_2$	$U_3$

4 V			
6 V			
8 V			

b) Mit tapasztalsz?

$$U_3=U \text{ és } U_1=U_2=0$$

c) Mivel magyarázod a tapasztaltakat?

*A szakadás után a körben áram folyni nem fog, a 3-as műszer viszont az áramforrás feszültségét méri.*

9.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$U$	$U_1$	$U_2$	$U_3$
4 V			
6 V			
8 V			

b) Mit tapasztalsz?

$$U_1=U_2=U_3$$

c) Mivel magyarázod a tapasztaltakat?

*Az áramforrás elektromos mezője által végzett elektromos munka a két külön ágban lévő fogyasztón végzett munkával egyezik meg.*

d) Fogalmazd meg a szabályszerűséget általánosan a feszültségre párhuzamosan kapcsolt áramkörök esetén!

*Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók sarkain mért feszültségek egyenlők, és megegyeznek az áramforrás sarkain mért feszültséggel.*

10.

a) Töltsd ki a táblázatot!

$U$	$U_1$	$U_2$	$U_3$
4 V			
6 V			

8 V			
-----	--	--	--

b) Mit tapasztalsz?

$$U_1=U_3 \text{ és } U_2=0$$

c) Mivel magyarázod a tapasztaltakat?

*Az izzó kicsavarásával a kapcsolás sorossá vált.*

## 1.12. Vizsgálat: elektromágneses indukció

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Változó mágneses mező elektromos mezőt hoz létre. A jelenség a mágneses indukció, ez biztosít lehetőséget elektromos áram ipari méretű előállítására. Azonban az indukált áram iránya olyan, hogy mágneses hatásával akadályozza az őt létrehozó hatást.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 2 db 300 menetes tekercs
- 1 db 600 menetes tekercs
- 2 db rúd mágnes
- 1 db neodímium mágnes
- 1 db rézcső
- 1 db műanyag cső
- 2 db vasmag
- réz vagy alumínium gyűrű
- 1 db U alakú vasmag
- tűcsapágyon forgó abroncsok
- 1 db középállású ampermérő
- vezetékek

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Kösd össze a 300 menetes tekercset a középállású ampermérővel! Dugd be a tekercsbe a mágnes az északi (piros) pólusával előre, majd húzd ki! Figyeld az ampermérő mutatójának kitérését! Most fordítsd meg a mágnesrudat és a déli pólust (kék) dugd be, majd húzd ki! Mit tapasztalsz? (6 perc)
2. Végezd el az első kísérletet úgy, hogy gyorsabban mozgatod a mágnesrudat! (3 perc)
3. Végezd el az első kísérletet úgy, hogy összeszorítasz két mágnesrudat az azonos pólusainál! (3 perc)
4. Végezd el a harmadik kísérletet úgy, hogy gyorsabban mozgatod a mágnesrudakat! (3 perc)
5. Ismételd meg az előző kísérleteket a 600 menetes tekercssel! (10 perc)
6. Dugd be a tűcsapágyon forgó abroncspár megszakított darabjába a mágnes az északi (piros)



16. ábra: tűcsapágyon forgó abroncspár



pólusával előre, majd húzd ki! Most fordítsd meg a mágnesrudat és a déli pólust (kék) dugd be, majd húzd ki! Mit tapasztalsz? (3 perc)

<http://www.kelettanert.hu/kepek/5E0017.jpg>

7. Ismételd meg az előző kísérletet, de most a tűcsapágyon forgó abroncspár folytonos darabját vizsgáld! Mit tapasztalsz? (3 perc)

8. Helyezz vasmagot egy 300 menetes tekercsbe, a vasmagra pedig réz vagy alumíniumgyűrűt! Kapcsolj a tekercsre 0-240 V között változtatható váltóáramot! A kísérlet ne tartson tovább 3-4 másodpercnél! (9 perc)

### **TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK**

1.

a) Mit tapasztaltál, amikor az északi pólust dugtad a tekercsbe?

*A műszer mutatója kitért.*

b) Mit tapasztaltál, amikor kihúztad?

*A műszer mutatója ellenkező irányba tért ki.*

c) Mit tapasztaltál, amikor a déli pólust dugtad a tekercsbe?

*A műszer mutatója az északi pólus kihúzásakor megfigyelt módon tért ki.*

d) Mit tapasztaltál, amikor kihúztad?

*A műszer mutatója az északi pólus bedugásakor megfigyelt módon tért ki.*

2.

a) Mit tapasztalsz a gyorsabban mozgó mágnesrúd esetében?

*A műszer nagyobb feszültséget jelzett.*

3.

a) Mit tapasztalsz a két összeszorított mágnesrúd esetében?

*A műszer nagyobb feszültséget jelzett.*

4.

a) Mit tapasztalsz a két összeszorított, gyorsabban mozgatott mágnesrúd esetében?

*A jelzett feszültség még nagyobb lett.*

5.

a) Mit tapasztalsz a menetszám növelésének hatására?

*A menetszám növelése is növelte a feszültség értékét.*

6.

- a) Mit tapasztalsz a tűcsapágyon forgó abroncspár megszakított darabját vizsgálva?

*Nem mozdult el.*

7.

- a) Mit tapasztalsz a tűcsapágyon forgó abroncspár folytonos darabját vizsgálva?

*Elmozdult.*

- b) Milyen irányba mozgott az abroncs?

*A rúd mágnes mozgásával azonos irányban.*

- c) Fogalmazd meg Lenz-törvényét!

*Az indukált áram iránya mindig olyan, hogy a mágneses tere akadályozni igyekszik az áramot létrehozó hatást.*

8.

- a) Mit tapasztalsz?

*A gyűrű lebegni fog a tekercs felett. (Thomson-ágyú)*

## 1.13. Vizsgálat: elektromágneses hullámok

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A látható fény, ami az emberi szemben fényérzetet kelt, az elektromágneses sugárzás rendkívül széles tartományából csak egy egészen keskeny szelet.

A fény és a színek vizsgálata nagyon hosszú időre tekint vissza, hiszen már az ókori görögök, sőt a hinduk is próbálkoztak ilyen jellegű kutatásokkal. 1000 körül jelent meg Ibn al-Haitham arab természettudós „Optika könyve” című munkája, melyben a színeket, a fehér fény színekre bontását vizsgálta.

Később Newton állapította meg, hogy a fehér fény, azaz a napfény prizma segítségével színekre bontható, majd ugyanígy újra egyesíthető.

Ráadásul a színek még a hangulatodra is hatással lehetnek!

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db üvegcád
- 1 db síktükör
- víz
- 2 db optikai lámpa
- 2 db rés színszűrővel
- 1 db prizma
- 1 db CD
- 1 db fénymalom
- fehér és fekete A4-es papírok
- hungarocell lap
- lézer fényforrás
- 1 db A3 méretű fotókarton lap, közepén 3 cm hosszú, 2-3 mm széles réssel

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



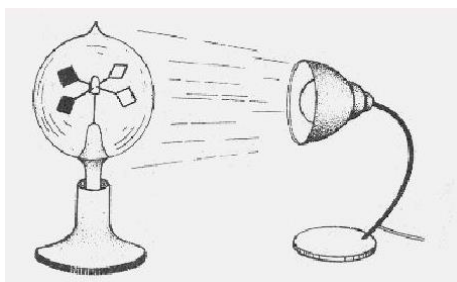
#### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

#### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Helyezd a síktükört az üvegcádba, hogy a síkja kb. 60°-os szöget zárjon be a vízszintessel. Az izzó fényét az A3 méretű fotókarton lap közepén lévő 3 cm hosszú, 2-3 mm széles résen keresztül vetítsük a tükörrre! Mit láatsz a mennyezeten? Most töltsd fel a kádat vízzel! Mit tapasztalsz? (10 perc)
2. Ismételd meg az előző kísérletet lézerrel is! (3 perc)
3. Helyezz a fény útjába prizmát és vizsgáld meg az átmenő fényt! Mit tapasztalsz? (3 perc)
4. Ismételd meg az előző kísérletet lézerrel is! (3 perc)

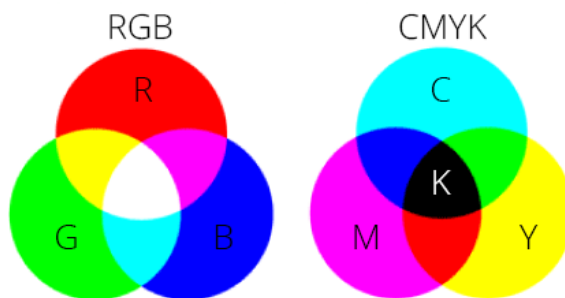
5. Helyezz a fény útjába CD-t és vizsgáld meg a visszavert fényt! Mit tapasztalsz? (3 perc)
6. Helyezz a meleg fényforrással szembe (5-10 cm távolságra) egy fehér és egy fekete lapot! Mit állapíthatsz meg néhány perc elteltével? (Meleg fényforrások azok, amelyek melegszenek, azaz az energiafelhasználásuk nagyrészt hőtermelésre fordítódik. Ilyen például a hagyományos izzólámpa.) (6 perc)
7. Ismételd meg az előző kísérletet 2 fekete lappal úgy, hogy hungarocell lapot teszel az egyik fekete lap és a lámpa közé! Mit tapasztalsz? (6 perc)
8. Állíts Crookes-féle fénymalmot a fény útjába! Figyeld meg, mi történik! (3 perc)



17. ábra: Crookes-féle fénymalom

<http://www.komal.hu>

9. Próbáljunk keverékszíneket előállítani! (3 perc)



18. ábra: keverékszínek



19. ábra: keverékszínek

## TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK

1.

a) Mit láttál a mennyezeten?

*Fehér fényt.*

b) Mit láttál, miután vízzel töltötted fel a kádat?

*Színekre bontott fényt.*

2.

a) Mit tapasztalsz?

*Mindkét esetben csak a lézer visszavert fényét.*

3.

a) Mit tapasztalsz?

*Ha egy prizmára fehér fényt bocsátunk, akkor a fény kétszeres törés után jut ki a prizmából. A fehér fény a prizmával színeire bontható. A színek sorrendje: vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya. Az eredeti iránytól legjobban az ibolya, legkevésbé a vörös tér el. Az anyagok törésmutatója tehát függ a fény színétől. A színek ugrás nélkül, folyamatosan mennek át egymásba.*

SZÍN	HULLÁMHOSSZ (nm)
vörös	800-600
narancs	600-590
sárga	590-570
zöld	570-500
kék	500-420
ibolya	420-400

[regiweb.bgeger.hu/letolt/fizika/feny.pdf](http://regiweb.bgeger.hu/letolt/fizika/feny.pdf)

4.

a) Mit tapasztalsz?

*A lézer fénye nem változott.*

5.

a) Mit tapasztalsz?

*A fehér fényt színekre bontotta.*

6.

a) Mit állapíthattál meg néhány perc elteltével?

*A fekete lap jobban felmelegedett.*

7.

a) Hogyan befolyásolta a hungarocell lap a kísérlet kimenetét?

*A hungarocellel védett fekete lap nem melegedett fel.*

8.

a) Mi történt a fénymalom lapátjaival?

*Forgásba jöttek.*

b) Miért?

*A fekete lap jobban felmelegszik, ezért a közvetlen környezetében a gázcseppcskék gyorsabban mozognak, így nagyobb nyomást gyakorolnak a fekete, mint a fényes felületre.*

## 1.14. Vizsgálat: geometriai fénytan – optikai eszközök

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A domború lencsék azok, amelyek közepén vastagabbak, mint a szélüknél; ezeket, amennyiben a lencse anyaga optikailag sűrűbb, mint a környezeté, gyűjtőlencsének is nevezzük, mert az optikai tengelyével párhuzamosan érkező sugarakat a fókuszába gyűjti.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db domború lencse
- 1 db ernyő
- 1 db mérőszalag
- 1 db optikai lámpa
- 1 db 1-est ábrázoló rés
- 1 db gyertya
- gyufa

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Helyezd az optikai lámpát (vagy gyertyát) nagy távolságra a lencsétől és fogd fel ernyőn a létrejövő képet! Mérd le a képtávolságot és a tárgytávolságot! Vizsgáld a kép minőségét, nagyságát és állását is! Ezután közelítsd a tárgyat a lencséhez és kb. 3-5 centiméterenként keress éles képet! (25 perc)
2. Keresd meg azt a helyzetet, amikor a képméret a tárgymérettel megegyezik! Vizsgáld meg azt is, ha a tárgy igen közel van (1-2 cm) a lencséhez! (15 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK

1.

a) Töltsd ki a táblázatot!

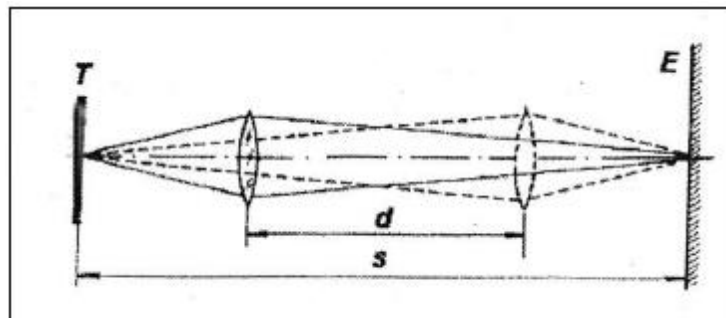
$t$ [cm]	$k$ [cm]	$\frac{k \cdot t}{k+t}$ [cm]	a kép		
			minősége	nagysága	állása


b) Mit ad meg a  $\frac{k \cdot t}{k+t}$  hányados? Mennyi ennek az értéke az egyes esetekben?  
Számítsd ki az átlagot is!

*A lencse fókusztávolságát.*

c) Milyen más módszert ismersz a fókusztávolság meghatározására?

*Bessel-módszer: a tárgyat és az ernyőt egymástól alkalmas távolságban rögzítsd, a távolságot ( $s$ ) mérd le és a továbbiakban ne változtasd. Keresd meg a tárgy és az ernyő közt azt a lencsehelyzetet, amelynél éles nagyított képet látsz az ernyőn. Ezután a lencsét told az ernyő felé addig, míg a tárgy éles kicsinyített képe megjelenik. Mérd meg a lencse elmozdításának távolságát ( $d$ ). A mérés sematikus rajzát az ábra mutatja!*



20. ábra: Bessel-módszer

*A lencse fókusztávolsága a mért adatokból az*

$$f = \frac{(s + d) \cdot (s - d)}{4 \cdot s}$$

*A leképezési törvényt a két esetre felírva:*

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t'} + \frac{1}{k'}$$

A szimmetria miatt  $t'=k$  és  $k'=t$ . Legyen  $t+k=s$  és  $t-k=d$ . Így

$$t = \frac{s+d}{2}$$

$$k = \frac{s-d}{2}$$

Ezekből:

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{s+d} + \frac{2}{s-d} = \frac{2s-2d+2s+2d}{(s+d) \cdot (s-d)} = \frac{4s}{(s+d) \cdot (s-d)}$$

$s$  és  $d$  méréséből a fókusz távolság számolható.

d) Melyek a mérés során előforduló hibaforrások?

Mérési hibát okozhat a távolságmérés leolvasási pontatlansága, illetve az éles kép meghatározásának szubjektivitása.

2.

a) Hol egyezik meg a képméret a tárgymérettel?

Amikor a képtávolság és a tárgytávolság megegyezik.

b) Töltsd ki a tapasztaltak alapján az alábbi táblázatot!

$t$ [cm]	$k$ [cm]	nagyítás	kép tulajdonságai
végtelen			valódi, fordított állású, pontszerű
$t > 2f$			valódi, fordított állású, kicsinyített
$t = 2f$			valódi, fordított állású, egyenlő méretű
$f < t < 2f$			valódi, fordított állású, nagyított
$t = f$			nincs képalkotás

$t < f$			<i>látszólagos, egyenes állású, nagyított</i>
---------	--	--	---

## 1.15. Vizsgálat: az anyag szerkezete

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Elektromos eszközeidnek olyan berendezésekre van szükségük, amelyek az elektromos áramot tartósan képesek fenntartani. Ezek az áramforrások, a rájuk kötött eszközeid pedig az elektromos fogyasztók.

A legegyszerűbb áramkör áramforrásból, fogyasztóból, kapcsolóból és az összekötő vezetékekből áll.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db küvette
- 3 db zseblámpaizzó
- 1 db LED dióda
- 1 db kapcsoló
- hígított kénsav oldat
- grafit
- fa
- ebonit
- alumínium
- üveg
- desztillált víz
- víz
- só
- $\text{KMnO}_4$
- vezetékek
- 1 db főzőpohár

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

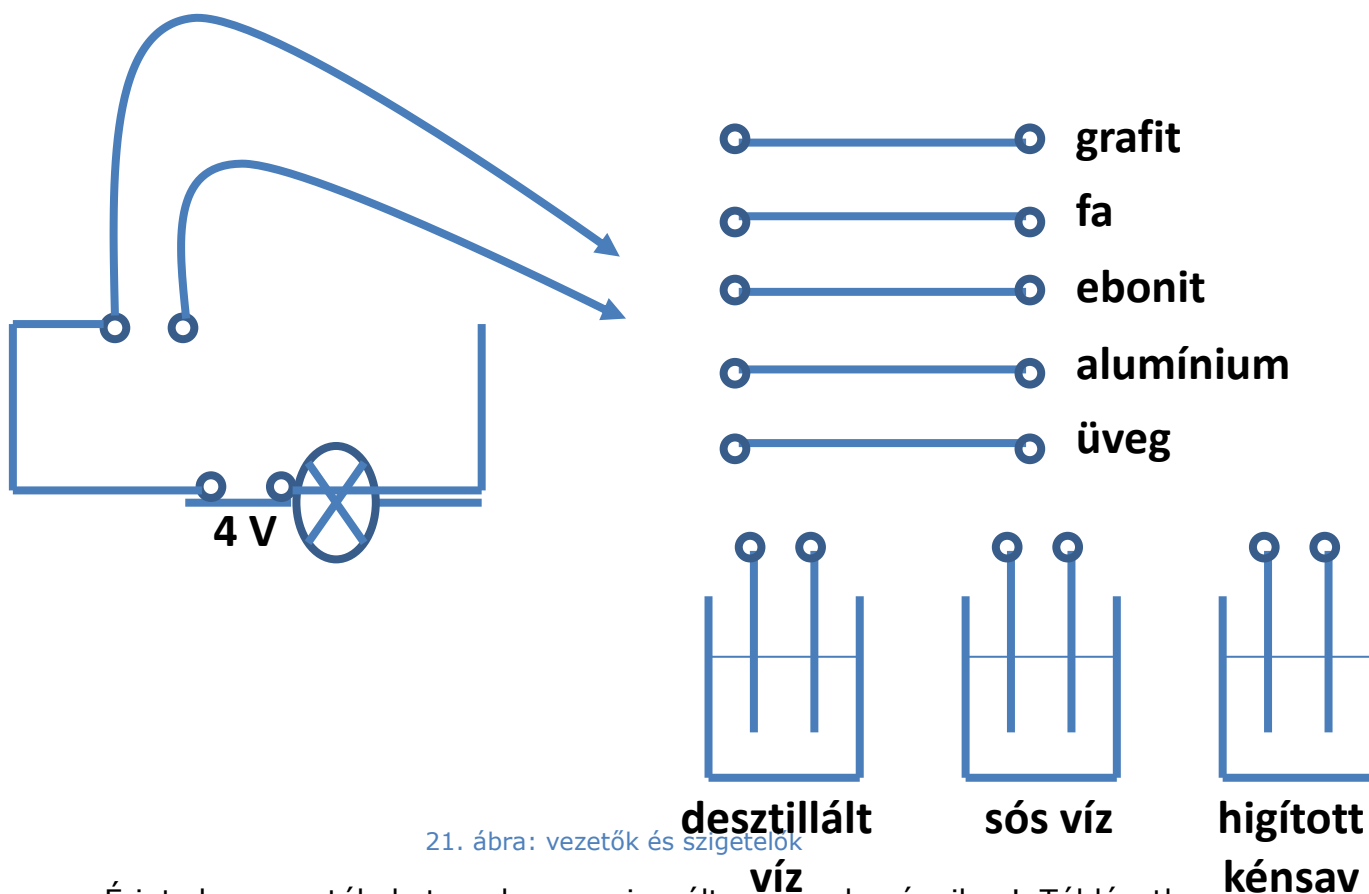


### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Tegyél a küvettába réz és cink elektródákat és kösd rájuk az izzólámpát!  
Mit tapasztalsz? (10 perc)
2. Tölts a küvettába hígított kénsav oldatot (0,5 l víz + 40 g 98%-os kénsav), és ismételd meg az előző kísérletet! Mit tapasztalsz? (5 perc)
3. Készítsd el az ábrán látható áramkört!



21. ábra: vezetők és szigetelők

Érintsd a vezetékeket sorban a vizsgált anyagok végeihez! Táblázatban csoportosítsd a vezető és a szigetelő anyagokat! (10 perc)

4. Kösd 4 V egyenfeszültségre az izzólámpát! Az elektromos áram milyen hatásait tudod felismerni?  
Cseréld fel a pólusokat! Mi történik? (5 perc)
5. Ismételd meg az előző mérést a LED diódával! Mit tapasztalsz? (5 perc)
6. Helyezz óvatosan kevés  $\text{KMnO}_4$  kristályt vízbe! Mit tapasztalsz? (5 perc)

#### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

1.

- a) Világít az izzólámpa?

*Nem.*

2.

- a) Világít az izzólámpa?

*Igen.*

- b) Mi lehet a jelenség magyarázata?

*Az elektrolit, olyan anyag, amely vízben (vagy más oldószerben) oldva ionokra esik szét, vezeti az áramot. Az elvégzett kísérlet tapasztalata az anyag atomos*

*szerkezetére utal.*

3.

a) Töltsd ki a táblázatot!

vezetők	szigetelők
<i>grafit alumínium sós víz hígított kénsav</i>	<i>fa ebonit üveg desztillált víz</i>

4.

a) Az elektromos áram milyen hatásait ismered fel?

*Fényhatás, hőhatás.*

b) Mi történik a pólusok megcserélése után?

*Az izzó ugyanúgy világít.*

5.

a) Mi történik a pólusok megcserélése után?

*A pólusok felcserélése után nem világít.*

6.

a) Mit tapasztalsz?

*Az oldat lilává vált. Az elvégzett kísérlet tapasztalata az anyag atomos szerkezetére utal.*

## 1.16. Vizsgálat: atommodellek, az atom elektronszerkezete

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A vonalas színeképek létrejöttének magyarázata a fénykibocsátás mechanizmusából következik. Ha egy atom energiát nyel el, elektronjai egy megengedett magasabb energiaszintre ugranak, majd nagyon rövid idő elteltével visszatérnek az alapállapotukba. Eközben a két energiaszint különbségének megfelelő energiát fény formájában sugározzák ki. Az elnyelési színeképek esetén a sötét sávok azért jelennek meg a folytonos színeképben, mert az atomokat a fényforrás fénye is gerjesztheti, ekkor a két energiaszint különbségének megfelelő energiát az atom elnyeli. Mivel az energiaszintek rendszere jellemző az atomokra, ezért a vonalas színeképek a fényt kibocsátó anyagra jellemző szerkezetűek, és a színeképek anyagvizsgálat céljaira, az egyes atomok azonosítására is alkalmasak. Ez az eljárás az úgynevezett spektroszkópia.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db borszeszégő vagy gyufa
- vezetékes gáz
- 1 db spektroszkóp
- különböző fémek sói
- 1 db égetőkanál

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. A fémkanálra szórj a sóból néhány kristályt és tartsd a lángba! Mit tapasztalsz? (5 perc)
2. Ismételd meg az előző kísérletet más előkészített anyaggal is! (10 perc)
3. Fordítsd a spektroszkópot a tiszta égbolt felé. A réstartócsövet szűkre állított résnyílás mellett a színeképesség állító gyűrűvel hosszirányban addig állítsd, míg a napszínkép fekete vonalai élesen meg nem jelennek! (Ezek legjobban a zöld színeképmezőben lesznek láthatóak.) Borszeszégő lángjába helyezz konyhasót és vizsgáld meg a képet! Milyen színű vonalat látsz? Próbáld meghatározni a hullámhosszát! (25 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK

1-2.

a) Mit tapasztalsz?

*Lángfestést. a gázok és a fémek gőzeinek atomjai magas hőmérsékleten meghatározott színű fényt bocsátanak ki. Az így kapott színek vonalas.*

- *kalcium - téglavörös*
- *réz - zöld*
- *nátrium - sárga*
- *lítium - vörös*
- *kálium - ibolya*
- *bárium - faközöld*

b) Hol használják ezt a gyakorlatban?

*Ezt a jelenséget használják fel a tűzijátékoknál is a különböző pirotechnikai keverékekbe megfelelő fémvegyületet keverve szép, színes lánghatások érhetőek el.*

3.

a) Milyen színű vonalat láttál? Mekkora a hullámhossza?

*sárga; 589,3 nm*

## 1.17. Vizsgálat: az atommag összetétele, radioaktivitás

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A foszforeszkálás és fluoreszkálás jelensége nagyon népszerű kutatási terület volt a XIX. században, közvetve ez vezetett a radioaktivitás felfedezéséhez is.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 3 db fluoreszkáló folyadék
- 3 db foszforeszkáló folyadék
- különböző színszűrők
- 1 db 100-200 W-os fényforrás
- papír
- optikai készlet
- mágneses táblával

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



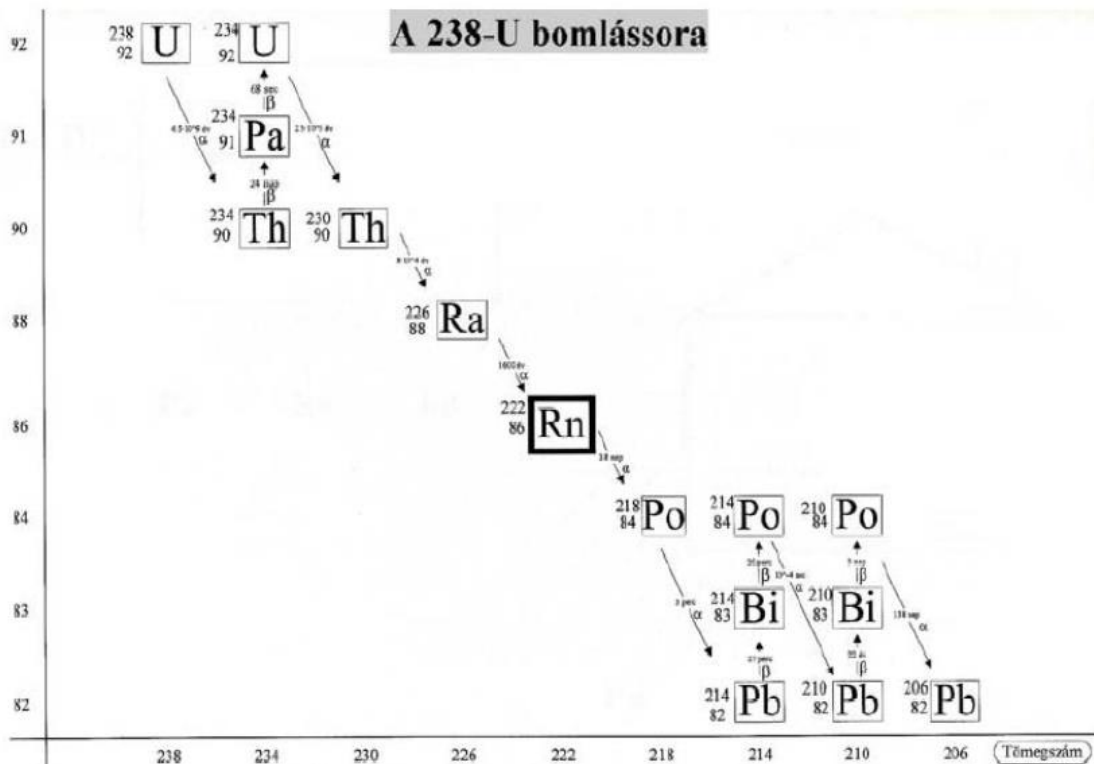
### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Figyeld meg a foszforeszkáló anyagok színét közvetlenül a zárt doboz kinyitása után! 1-2 percig világítsd meg a mintákat erős lámpával, majd figyeld meg ismét a folyadékokat elsötétített helyen! Mit tapasztalsz? (10 perc)
2. Ismételd meg a kísérletet úgy is, hogy a foszforeszkáló felület egy részét a megvilágítás alatt letakarod! Mit tapasztalsz? (10 perc)
3. Világítsd meg a fluoreszkáló anyagokat tartalmazó csöveket erős lámpával kb. 0,5-1 m-ről fekete háttér előtt! Használd a színszűrőket is! Figyeld meg a csöveken átbocsátott fény színének változását fehér ernyőn! (10 perc)
4. Elemezd és értelmezd az alábbi bomlási sort! (10 perc)





22. ábra: a 238-U bomlássora

## TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK

1.

a) Mit tapasztalsz?

*Önálló fénykibocsátás, majd annak gyengülése figyelhető meg.*

2.

a) Mit tapasztalsz?

*Az árnyékolt rész nem bocsát ki fényt.*

3.

a) Mit tapasztalsz?

*A különböző fluoreszkáló anyagokat a nagyobb energiájú fény gerjeszti a kisebb energiájú fény kibocsátására.*

b) Fogalmazd meg a foszforeszkálás és fluoreszkálás jelenségének lényegét a tapasztaltak alapján!

*A fluoreszkálás során egyes hideg testek fotonokat nyelnek el, amelyeket utána nagyobb frekvenciájú, tehát kisebb energiájú fény formájában kisugároznak. Az elnyelt fény lehet akár az ibolyán túli tartományban is, de a kisugározott fény már a látható tartományban van. A foszforeszkálás során egy hideg tárgy azt a*

*fényt sugározza ki, amit elraktározott, de nem azonnal, mint a fluoreszkálás esetében, hanem a kisugárzás elhúzódhat akár órákig is. A foszforeszkálást használják mindenben, ami a sötétben "magától" világít: óra, karácsonyfadísz, stb. Persze akkor, ha előtte valami megvilágította. A fluoreszkálást pl. fénycsövekben használják.*

4.

a) Mit állapítottál meg?

*Az urán-rádium sornál ( $4n+2$  sor) 8 alfa- és 6 béta-bomlás után képződik a stabil ólom izotóp. A rendszáma 82, a tömegszáma 210.*

*Alfa-bomlás során az atommag 2 protonból és 2 neutronból álló részecskét emittál, amely néhány MeV kinetikus energiájú hélium-atommag. A kötési energiák különbsége határozza meg a kilépő hélium-atommag mozgási energiáját. Béta-bomlásnál egy proton neutronná alakul át. A radioaktív bomlást csaknem mindig gamma-sugárzás is kíséri.*

## 1.18. Vizsgálat: sugárzások - sugárvédelem

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A Geiger-Müller-cső egy sugárzás-számláló cső, amelyet speciálisan a sugárzás detektálására és a kisugárzott részecskék számlálására terveztek. A berendezés három, egymással szinkronban működő kimeneti eszközzel rendelkezik: berregővel, borostyánsárga villogóval és LED számlálóval. A cső egy gáztömör üvegcső, amely inert gázzal, és kis mennyiségű etanollal vagy brominnal van megtöltve. Egy fémszál található benne, amely anódként szolgál. A cső falát fémmel vonták be, és katódként működik. Az elektromos áramkör pedig egy egyenáramú nagyfeszültségű áramkörből, egy számlálóból, egy erősítőből, egy kijelzőből és egy feszültség-szabályozóból épül fel. Amikor a csövön belül töltött részecskék jönnek létre, ütköznek a gázmolekulákkal, és ionizálják azokat. Az egyenáramú nagyfeszültség hatására, amely az anód és a katód között körülbelül 440 V, az ionok és az elektronok felgyorsulnak, és a két pólus felé haladnak. Útjuk során további gázmolekulákkal ütköznek, mely által még több új ion és elektron képződik, így gyenge áram jön létre. Az áram az R ellenálláson áthaladva egy áramimpulzust hoz létre, amely egy kapacitáson keresztül az erősítőbe jut. Itt felerősödik, és jelet ad a berregőnek, a borostyánsárga villogónak és a LED számlálónak.

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db GM-cső
- 1 db radioaktív forrás
- papírok
- alumíniumlap
- falap

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM



### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. Végezz háttérsugárzás mérést adott ideig (pl. 1-2 perc)! Ismételd meg öt alkalommal! Mit tapasztalsz? (10 perc)
2. Helyezd a radioaktív minta közelébe a mérőfejet és mérd adott ideig! Ismételd meg öt alkalommal! Az eredményeket átlagold és vond ki a háttérsugárzás értékét! (10 perc)
3. Vidd egyre távolabb a mérőfejet és ismételd meg az összes mérést ötször! Mit tapasztalsz? (10 perc)

4. Helyezz különböző anyagú árnyékolókat a minta és a mérőfej közé és végezd el a mérést úgy is! Mindig öt alkalommal mérd, eredményeidet átlagold és vond le a háttérsugárzás értékét! (10 perc)
5. Értelmezd az alábbi diagramot!



23. ábra: a természetes eredetű sugárterhelés megoszlása

**TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK**

1.

a) Töltsd ki a táblázatot! A mérés időtartama:

beütésszám:					átlag:

b) Mit tapasztalsz?

*A háttérsugárzás értéke közel állandó.*

2.

a) Töltsd ki a táblázatot! A mérés időtartama:

beütésszám:					átlag:

A háttérsugárzással csökkentett érték:

3.

a) Töltsd ki a táblázatot! A mérés időtartama:

távolság	beütésszám:	átlag:


b) Mit tapasztalsz?

*A távolság növelésével a mért értékek csökkennek.*

4.

a) Töltsd ki a táblázatot! A mérés időtartama:

árnyékoló anyaga	beütésszám:					átlag:

b) Mit tapasztalsz?

*A papírlap, falap, alumíniumlap behelyezési sorrendben a mért értékek csökkennek.*

5.

a) Mit állapítottál meg?

*A természetes sugárzások a kozmikus térből, elsősorban a Napból és a földkéregből eredő sugárzások, amelyek már a földi élet kialakulását megelőzően is jelen voltak. Az élet, az ember sugárzási térben fejlődött ki. Testünk építőelemei között több milliárd radioaktív atom szerepel. Ennek értelmében állíthatjuk, hogy a természetes sugárterhelés nem jelent veszélyt az emberekre, sőt életünk elválaszthatatlan része.*

*Az ENSZ Atomsugárhatásokat Vizsgáló Tudományos Bizottságának felmérése szerint a Föld népessége természetes forrásokból évente 2,4 mSv (milli-Sievert) effektív dózisegyenértéknyi sugárterhelést kap. Ennek kétharmada belső, egyharmada pedig külső forrásokból ér bennünket.*

Testünkben átlagosan  $3-4 \cdot 10^{21}$  darab természetes radioaktív atom található. Ezek főleg a talajban található **urán és tórium bomlásának termékei**. A legnagyobb terhelést azonban a szintén jelen lévő **kálium 40-es** tömegszámú izotópja (40K) adja. Egy átlagos felnőtt testében a természetes radioaktív izotópoknak köszönhetően másodpercenként 8500 radioaktív bomlás következik be, ami körülbelül 190  $\mu\text{Sv}$  (mikro Sievert) terhelést okoz évente.

A belső sugárterhelés többi, túlnyomó részéért a szervezetünkbe jutó természetes radioaktív anyagok, elsősorban az urán leányeleme, a **radon** a felelős.

A külső sugárterhelés körülbelül 40%-áért a kozmikus sugárzás, 60%-áért pedig a földkéregből eredő sugárzás a felelős.

Nagyon fontos adalék az eddig elmondottakhoz, hogy Földünk bizonyos tájain a természetes sugárterhelés mértéke jóval nagyobb, akár tízszerese is lehet a miénknek. Ennek okai lehetnek a talajban nagyobb mennyiségben megtalálható természetes radioaktív anyagok, vagy egyszerűen a tengerszint feletti magasság. Utóbbi esetben ugyanis vékonyabb fejünk felett a légkör, ami a kozmikus sugárzástól védi szervezetünket. Különösen magas háttérsugárzású területek találhatóak például a brazil tengerparton, Indiában, Iránban, Franciaországban, Madagaszkáron és Nigériában. Évtizedek óta széles körű orvosi és statisztikai vizsgálatokat végeznek az itt élő több tízezres népcsoportokon, de ez idáig körükben semmilyen sugárzásnak tulajdonítható egészségkárosodást nem tudtak kimutatni.

<http://www.rhk.hu/a-biztonsagrol/sugarvedelem/>

## 1.19. Vizsgálat: a fonálinga

### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

A fonálinga periódusideje (T) egyenesen arányos a hosszának (l) négyzetgyökével és fordítottan arányos a nehézségi gyorsulás (g) négyzetgyökével, ha kis szögkitéréseket (kisebb, mint 5°) választasz. Az arányossági szorzó  $2\pi$ . Mivel a hossz és a periódusidő mérhető, lehetőséged van a nehézségi gyorsulás kiszámolására:

$$\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l}{T^2} = g$$

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db állvány szorítóval
- 1 db mérőszalag
- 1 db nehezék
- zsineg
- 1 db stopper

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

Általános szabályok.

### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK

1. A körülbelül 1 méteres zsineg egyik végére kösd rá a nehezéket, a másik végét erősítsd az állvány szorítójához! Mérd le az inga hosszát a kötéspontról a nehezék tömegközéppontjáig, majd térítsd ki kis szögben és engedd el! Legalább 20 teljes lengést mérd! A mérést ötször végezd el! Számítsd ki a nehézségi gyorsulást! (15 perc)
2. Készíts másodpercingát az előző elrendezés alapján úgy, hogy 20 teljes lengés ideje 40 s-nak adódjon! A mérés során az inga hosszát változtasd megfelelően! Ha sikerült megvalósítani, akkor 50 lengés idejével ellenőrizd le a pontosságot! A méréseidet ismételd meg háromszor! Mérd le az inga hosszát és vedd össze a számított értékkel! (25 perc)

### TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

1.

- a) Töltsd ki a táblázatot!

Az inga hossza:

	1.	2.	3.	4.	5.
20 lengés ideje [s]					
1 lengés ideje [s]					

b) 1 lengés idejének átlagos értéke:

c) g értéke:

d) Nézz utána a pontos értéknek!  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ .

2.

a) Töltsd ki a táblázatot!

	1.	2.	3.
50 lengés ideje [s]			
1 lengés ideje [s]			
az inga hossza [m]			

b) A megfelelő inga hossza a mérés szerint:

c) A másodpercinga számított hossza:

$T=2 \text{ s}$  kell. A lengésidő képlete:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Ezt átrendezve és felhasználva, hogy  $T=2 \text{ s}$ :

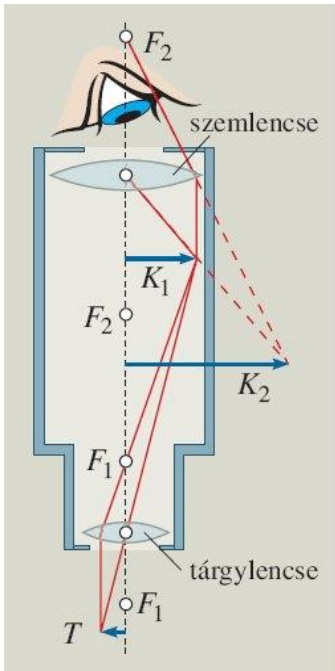
$$l = \frac{g}{\pi^2} = 99,396 \text{ cm}$$

d) Az eltérések lehetséges okai:

*A mérőeszközök leolvasási hibája, az inga lengése szélsőértékének pontatlan meghatározása, a reakcióidő, az inga hosszának a kötéspontról a nehezebb tömegközéppontjáig tartó pontatlan lemérése, kis kitérés esetén alkalmazott közelítés, esetleges lengés síkjától eltérő kitérések.*



## 1.20. Vizsgálat: összetett optikai eszközök



24. ábra: mikroszkóp

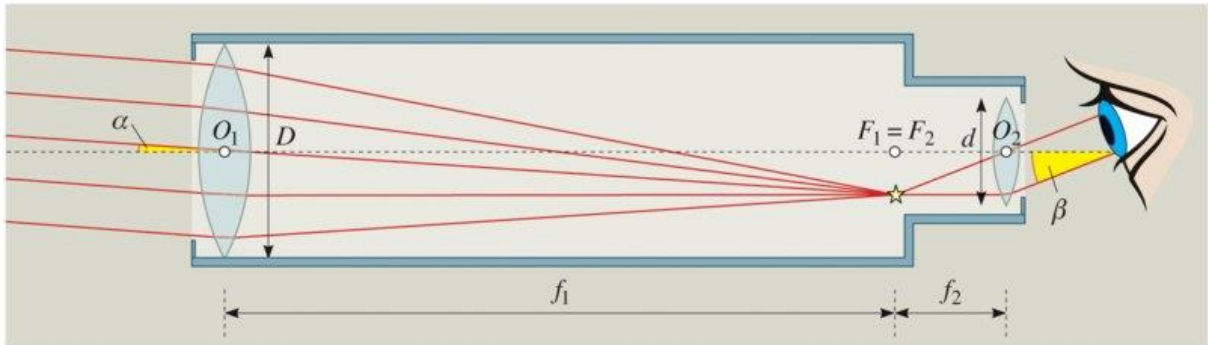
### ELMÉLETI ISMERETEK, A VIZSGÁLAT CÉLJA

Az optikai eszközöket az alapján csoportosítjuk, hogy egy vagy több részből állnak. A több részből állókat nevezzük összetett optikai eszközöknek.

A mikroszkóp (*balról*) optikai része két gyűjtőlencséből áll, melyeket egy hengeres csőbe, a mikroszkóp tubusába helyeznek el. Az első lencse a tárgylencse vagy objektív, amely a fókuszpontja közelébe elhelyezett megvilágított kicsiny (T) tárgyról nagyított valódi ( $K_1$ ) képet alkot. A második lencsével – a szemlencsével vagy okulárral –, mint egyszerű nagyítóval, tulajdonképpen ezt a valódi képet nézzük. A kapott kép látszólagos ( $K_2$ ) és nagyított lesz.

A teljes nagyítást a két lencse nagyításainak szorzata adja  $N=N_t \cdot N_{sz}$ . A szokásos nagyítási értékek a tárgylencsénél 100–200-szoros, a szemlencsénél pedig 10–20-szoros. Így a mikroszkóppal elérhető teljes nagyítás 1000–2000-szeres lehet.

A Kepler-féle távcsőben (*alul*) használt két gyűjtőlencse elrendezése olyan, hogy a  $D$  átmérőjű  $f_1$  fókusz távolságú tárgylencse  $F_1$  fókuszpontja egybeesik a  $d$  átmérőjű  $f_2$  fókusz távolságú szemlencse  $F_2$  fókuszpontjával, így a távcső tubusának hossza  $L=f_1+f_2$  lesz. A tárgylencse a fókusz síkjában kicsinyített valódi képet állít elő a megfigyelt távoli égitestről. Ezt a képet szemléljük a  $d$  átmérőjű,  $f_2$  fókusz távolságú szemlencsével mint egyszerű nagyítóval.



25. ábra: Kepler-féle távcső

[https://www.mozaweb.hu/Lecke-Fizika-Fizika\\_11-2\\_4\\_Osszetett\\_optikai\\_rendszerek\\_Kiegeszl\\_to\\_anyag-105024](https://www.mozaweb.hu/Lecke-Fizika-Fizika_11-2_4_Osszetett_optikai_rendszerek_Kiegeszl_to_anyag-105024) - mindkét ábra

### ANYAGOK, ESZKÖZÖK

- 1 db optikai készlet
- 1 db vonalzó
- A4-es papír

### MUNKAREND, BALESETVÉDELEM

Általános szabályok.

### AZ ÉRTÉKELÉS ESZKÖZE:

A helyesen kitöltött feladatlap.

### **A VIZSGÁLAT LEÍRÁSA, MEGFIGYELÉSI SZEMPONTOK**

1. A rendelkezésre álló eszközökből állíts össze csillagászati távcsövet! Vizsgáld meg, milyen képet állít elő ez a távcső! Fordítsd meg a távcsövet és nézz bele úgy is! Mit tapasztalsz? (20 perc)
2. A rendelkezésre álló eszközökből állíts össze mikroszkópot! Próbáld ki több lencsekombinációt is! Hogyan lehetne meghatározni a mikroszkóp nagyítását? (20 perc)

### **TAPASZTALATOK, KÖVETKEZTETÉSEK, FELADATOK**

1.

- a) Milyen képet állított elő a távcső?

*Fordított állású, nagyított képet.*

- b) Mit tapasztalsz megfordítva a távcsövet?

*Közel tartva a vizsgált tárgyhoz, a távcsőből mikroszkóp válik.*

2.

- a) Hogyan lehet meghatározni a nagyítás értékét?

*Helyezzünk a mikroszkóp tárgyasztalára párhuzamos csíkozású papírt. Egyik szemünkkel a mikroszkópba nézve, másik szemünkkel közvetlenül a papírt figyelve olvassuk le, hány vonal van a mikroszkópon keresztül a papír két vonalkája között. Ezek aránya a nagyítás. A mikroszkóp esetében ez kb. 6.*

- b) Milyen nagyításokat kaptál a különböző lencsekombinációk esetében?

## Fogalomtár

**átlagsebesség:** test mozgásának egyik jellemzője, amelyet a megtett út és a megtételéhez szükséges idő hányadosával számolunk ki

**egyenletes mozgás:** amikor a test egyenlő idők alatt egyenlő utakat tesz meg. bármilyen kicsik vagy nagyok ezek az időtartamok

**egyenletesen változó mozgás:** a test sebessége egyenlő időközönként ugyanannyival változik, bármekkora is ezek az egyenlő időközök

**egyensúly:** az az állapot, amikor a testet érő erőhatások kiegyenlítik egymást

**egyoldalú emelő:** olyan emelő, melynek tengelye az emelő egyik végén van, így az erő támadáspontja és a teher a forgástengely ugyanazon oldalára esik

**egyszerű gép:** olyan eszköz, melynek segítségével kedvezőbbé tehető az erőhatás nagysága, iránya vagy támadáspontja, és egy adott munkát kisebb erő kifejtéssel tudunk elvégezni

**elektromos állapot:** a testek olyan állapota, amikor azokon elektronhiány vagy elektrontöbblet van, vagy ha az egyenlő számú, ellentétes töltések eloszlása nem egyenletes

**elektromos erő:** az elektromos mező által kifejtett erő

**elektromos kölcsönhatás:** az elektromos mező és a benne levő test kölcsönhatása

**elektromos mező:** az elektromos állapotban levő test sajátos környezete

**elmozdulás:** a mozgás kezdő és végpontja közötti távolság

**emelő:** egyszerű gép. mely egy tengely körül elfordítható merev test

**energia:** az a mennyiség, mely megmutatja, hogy mekkora egy test vagy mező változtató képessége

**erő:** az erőhatás nagyságát és irányát megadó mennyiség

**erő-ellenelő:** két test egymásra hatásakor fellépő két erő

**erőhatás:** mozgásállapot-változást létrehozó hatás, mely esetenként alakváltozással is jár

**erőkar:** az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolsága

**forgatónyomaték:** az erő és az erőkar szorzatával meghatározható fizikai mennyiség

**forrás:** az a halmazállapot-változás, amely során a folyadék gőzzé alakulása a folyadék belsejében is végbemegy

**forráshő:** az a fizikai mennyiség, ami megmutatja, mennyi energiára van szükség normál légköri nyomáson egységnyi tömegű folyékony anyag elforrálásához

**forráspont:** az a hőmérséklet, amelyen a folyadék belsejében is megindul a folyadék gőzzé alakulása

**gravitációs erő:** a gravitációs mező által kifejtett erő

**gyorsulás:** a sebességváltozás gyorsaságát jellemző mennyiség

**hatás-ellenhatás:** két leest kölcsönhatásakor fellépő két hatás

**hatásvonal:** a támadásponton átmenő és az erőhatás irányába eső egyenes

**hőtágulás:** az a fizikai jelenség, amikor valamely anyag a hőmérsékletének változásával megváltoztatja a méretét

**izobar folyamat:** állandó nyomáson végbemenő folyamat

**izochor folyamat:** állandó térfogaton végbemenő folyamat

**izoterm folyamat:** állandó hőmérsékleten végbemenő folyamat

**joule:** a munka és energia mértékegységének a neve

**kétoldalú emelő:** olyan emelő, melynek tengelye az ellentétes irányba forgató erők támadáspontja között van

**légnyomás:** a levegő súlyából származó nyomás

**lejtő:** a vízszintessel hegyesszöget bezáró sík felület

**mechanikai kölcsönhatás:** mozgásállapot-változással, alakváltozással járó kölcsönhatás

**mozgásállapot-változás:** amikor megváltozik egy test sebességének nagysága vagy a mozgásának iránya

**mozgási energia:** a testek mozgásából adódó változtató képesség mértéke

**newton:** az erő mértékegységének a neve

**olvadás:** az a halmazállapot-változás, amely során a szilárd anyag folyadékká alakul

**olvadáshő:** az a fizikai mennyiség, ami megmutatja, mennyi energiára van szükség egységnyi tömegű szilárd anyag normál légköri nyomáson történő megolvasztásához

**olvadáspont:** az a hőmérséklet, amelyen egy anyag szilárd és folyékony formában tartósan egymás mellett van

**pálya:** az a vonal, amelyen a test mozgása közben végighalad

**párolgás:** az a halmazállapot-változás, amely során a folyadék gőzzé alakul a folyadék felszínén

**pillanatnyi sebesség:** az a sebesség, amellyel a test egyenletesen mozogná tovább, ha az adott pillanatban megszűnne a sebességváltozást okozó erőhatás

**rugalmas energia:** feszített állapotban levő rugalmas testek változtató képességének mértéke

**sebesség:** a helyváltoztatás gyorsaságát jellemző mennyiség, mely megadja, hogy egységnyi idő alatt mekkora utat tesz meg a test

**súlyerő, súly:** az az erő, amellyel a nyugalomban levő test nyomja az

alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést

**súlytalanság:** az az állapot, amikor egy test nem nyomja az alátámasztást és nem húzza a felfüggesztési: ilyen jöhet létre pl. szabadesés közben

**szabadesés:** olyan mozgás, amelynél csak a gravitációs mező hatása érvényesül, minden más hatás elhanyagolható

**támadáspont:** az a pont, ahol az erőhatás éri a testet

**tapadási súrlódás:** egymással érintkező és nyugalomban levő testek között fellépő hatás, mely akkor érvényesül, ha azokat el akarjuk mozdítani egymáson

**tehetetlenség:** a testek azon tulajdonsága, hogy mozgásállapotukat csak külső hatás változtathatja meg


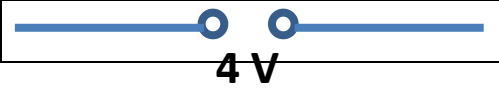


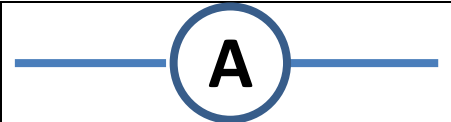



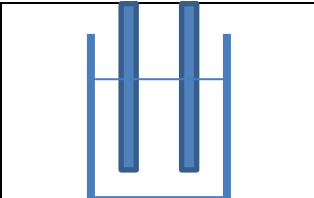
**tengely:** a merev testek forgó mozgás közben nyugalomban maradó pontjai, amelyek körül a test forog

**tömeg:** a tehetetlenség mértékét megadó mennyiség

**változó mozgás:** olyan mozgás, melynek során a test sebességének nagysága, mozgásának iránya vagy egyszerre mindkettő megváltozik

**vízérték:** az a mennyiség, ami számértékileg megadja, hogy az adott kaloriméter (hőmérővel, keverővel) 1°C-kal való felmelegítéséhez szükséges hőmennyiség mennyi vizet melegíthetne fel 1°C-kal

## Laboratóriumi ábragyűjtemény

	izzólámpa
	egyenáramú áramforrás
	váltóáramú áramforrás
	kapcsoló
	ampermérő
	voltmérő
	ellenállás
	borszeszégő
	küvetta elektródákkal

## Ábrajegyzék

1. ábra: hajlásszög-sebesség grafikon, 16. oldal
2. ábra: kétoldalú emelő, 23. oldal
3. oldal: kétoldalú emelő, 25. oldal
4. ábra: üveglombik, 32. oldal
5. ábra: üveglombikok, 32. oldal
6. ábra: emeltyű-pyrométer, 33. oldal
7. ábra: S'Gravesande készülék, 33. oldal
8. ábra: halmazállapot-változások, 41. oldal
9. ábra: soros kör, 48. oldal
10. ábra: soros kör kapcsolóval, 49. oldal
11. ábra: rövidzár, 49. oldal
12. ábra: soros kör kapcsolókkal, 49. oldal
13. ábra: párhuzamos kör kapcsolókkal, 49. oldal
14. ábra: soros kör feszültségviszonyai, 50. oldal
15. ábra: párhuzamos kör feszültségviszonyai, 50. oldal
16. ábra: tűcsapágyon forgó abroncspár, 55. oldal
17. ábra: Crookes-féle fénymalom, 59. oldal
18. ábra: keverékszínek, 59. oldal
19. ábra: keverékszínek, 60. oldal
20. ábra: Bessel-módszer, 63. oldal
21. ábra: vezetők és szigetelők, 67. oldal
22. ábra: a  $^{238}\text{U}$  bomlássora, 72. oldal
23. ábra: a természetes eredetű sugárterhelés megoszlása, 75. oldal
24. ábra: mikroszkóp, 80. oldal
25. ábra: Kepler-féle távcső, 80. oldal

## Források

- JUHÁSZ András (1992), Fizikai kísérletek gyűjteménye, Typotex
- VERMES Miklós (2005), Fizikai kísérletek, J.O.S.
- RÓKÁNÉ Kalydi Beáta (1997), 500 kérdés és válasz a fizika köréből, Tóth Könyvkereskedés és Kiadó Kft.
- RÓKÁNÉ Kalydi Beáta (1998), 300 kérdés és válasz a fizika köréből, Tóth Könyvkereskedés és Kiadó Kft.
- RÓKÁNÉ Kalydi Beáta (1999), 150 kérdés és válasz a fizika köréből, Tóth Könyvkereskedés és Kiadó Kft.
- KALMÁR Cecília (2012), Fizika tanulói munkafüzet
- LÁNG Róbert (2014), Fizika tanulói munkafüzet
- Bellay László (1976), Hogyan tanuljunk fizikát?, Tankönyvkiadó
- Dr. HALÁSZ Tibor, Dr. JURISITS József, Dr. SZÚCS József (2004), Fizika munkafüzet, Mozaik Kiadó
- JURISITS József (1977), Feladatgyűjtemény, Tankönyvkiadó
- HOLICS László (1983), Fizika III. munkafüzet, Tankönyvkiadó
- ZÁTONYI Sándor (1977), Kis elektrotechnikus, Tankönyvkiadó
- MÉSZÁROS Mária, VOZÁRY Pálné (1976), Fizika III. munkafüzet, Tankönyvkiadó
- ERDEI Imre, KOCSIS Vilmos (1977), Fizika IV. munkafüzet, Tankönyvkiadó
- ERDEI Imre, KAKUSZI László, KOCSIS Vilmos, VOZÁRY Pálné (1976), Munkafüzet, Tankönyvkiadó