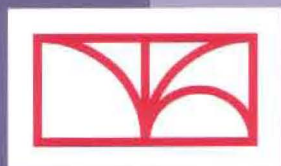


EGYSÉGES ÉRETTSÉGI
FELADATGYŰJTEMÉNY

FIZIKA

SZÓBELI TÉTELEK



Nemzeti Tankönyvkiadó

EGYSÉGES ÉRETTSÉGI
FELADATGYŰJTEMÉNY

FIZIKA

SZÓBELI TÉTELEK

NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ, BUDAPEST

Szerzők:
Bánkuti Zsuzsa
Medgyes Sándorné
dr. Vida József

Bíráló:
Baranyai Klára

Anyanyelvi lektor:
dr. Falussy Béláné

Az ábrákat készítette:
dr. Vida József

A fotókat készítette:
Medgyes Sándor
dr. Vida József

ISBN 963 19 5442 0

Nemzeti Tankönyvkiadó Rt.
A kiadásért felel: Pálfi József vezérigazgató
Raktári szám: 81485
Felelős szerkesztő: Medgyes Sándorné
Műszaki igazgató: Babicsné Vasvári Etelka
Műszaki szerkesztő: Orlai Márton
Grafikai szerkesztő: Villám Péter
Terjedelem: 14,3 (A/5) ív
1. kiadás, 2005
Tördelés: Alinea Kft.



Készült a Gyomai Kner Nyomda Rt.-ben,
a nyomda alapításának 123. esztendejében
Felelős vezető: Papp Lajos vezérigazgató
Tel.: 66/386-211

<http://www.lang.hu/gykner.nyomda>
E-mail: knernyomda@gyomaikner.hu

Bevezetés

Ez a könyv elsősorban a fizikából érettségizőknek nyújt segítséget, de haszonnal forgathatják a tananyagot átismételni és rendszerezni szándékozó diákok, de azok is akik csak egy adott témakör iránt érdeklődnek. A könyv alapvető funkciója nem változott az írásbeli vizsgára vonatkozó feladatgyűjteményhez képest: specifikusan a középiskolai szóbeli érettségi vizsgára való felkészítést és felkészülést szolgálja a tankönyvi fejezeteknek megfelelő bontásban. A közoktatás új szemléletét tükrözi az, hogy a tételgyűjtemény az egyes témakörök ismeretanyagát sokféle pedagógiai módszerrel dolgozza fel, így lehetővé teszi a kialakult képességek komplex alkalmazását. Összeállításakor irányadó volt a Nemzeti Alaptanterv, valamint az arra épülő Kerettanterv koncepciója, az egységes készintű érettségi követelményrendszere.

A hivatalos közlöny szerint a szóbeli vizsgára a következők vonatkoznak:

Szóbeli vizsga

A középszintű szóbeli vizsga tételeit, illetve tételsorát a vizsgáztató tanár állítja össze. A vizsgáztató által használható eszközök: a rendelkezésre bocsátott kísérleti eszközök, függvénytáblázat, zsebszámológép.

A vizsgázó a felkészülési időben vázlatot készít a kifejtendő részhez, illetve elkészíti a kísérletet vagy mérést és a hozzá kapcsolódó értékelést a rendelkezésre bocsátott eszközökkel. Felelőskor a kifejtés sorrendjét a vizsgázó választja meg. A tételt a vizsgázónak önállóan kell kifejtenie. A kísérletet vagy mérést nem kell újra elvégeznie, elég, ha elmondja mit csinált, illetve bemutatja a rögzített eredményeket (táblázat, grafikon stb.). Közbekezdésként csak akkor lehet, ha nyilvánvaló, hogy elakadt vagy helytelen úton indult el. A felelet végén kiegészítő kérdéseket lehet feltenni, amennyiben a vizsgázó lényeges kérdésekre nem tért ki és a felelési időbe még belefér.

Tartalmi szerkezet

A tételsornak legalább 20 tételt kell tartalmaznia. Tartalmi arányai a következők:

A követelményrendszer

1. fejezetéből (Mechanika): 25 %
2. fejezetéből (Hőtan): 20 %
3. fejezetéből (Elektromágnesség): 25 %
4. fejezetéből (Atomfizika, magfizika): 20 %
5. fejezetéből (Gravitáció, csillagászat): 10 %

Ezek az arányok csak hozzávetőlegesek, hiszen lehetnek olyan tételek, amelyek több fejezethez is kapcsolódnak. Az azonos fejezethez kötődő tételek különböző témaköröket tartalmazhatnak.

A tételek legalább kétharmadának tartalmaznia kell ténylegesen kivitelezhető mérést vagy kísérletet.

A tételek jellemzői, összeállításuk

A tétel tartalmazzon egy megadott szempontok szerint kifejtendő elméleti részt, egy ehhez kapcsolódó, lehetőség szerint elvégzendő kísérletet vagy mérést, illetve ennek jellegétől függően egy ehhez kapcsolódó egyszerű számítást. A tétel kifejtéséhez hozzátartozik a fizikátörténeti vonatkozások ismertetése is, erre a tétel szövegének utalnia kell. A tételt lehetőleg úgy kell megfogalmazni, hogy a vizsgázónak lehetősége legyen több altéma közül választani. Ha a téma nem teszi lehetővé ténylegesen elvégezhető kísérlet vagy mérési eljárás ismertetését vagy értékelését valamilyen forrás segítségével (grafikon, táblázat, sematikus rajz, videofelvétel, számítógépes szimuláció stb.).

Értékelés

A felelet 60 ponttal értékelhető. Ebből 55 pont a tartalmi rész. A felelet felépítésére és a kifejtés önállóságára 5 pont adható az alábbi szempontok szerint:

- a felelet mennyire alkot összefüggő, logikus egészet;
- nem tartalmaz-e a témától idegen részeket;
- mennyire önálló a tétel kifejtése (azaz szükség van-e és milyen mértékben, mennyire lényeges részeknél segítő, illetve kiegészítő kérdésekre).

A tétel összeállításakor röviden rögzíteni kell a felelet várt tartalmát és ennek pontozását legalább 6-7 pont részletezettséggel. Ezek az egységek a felelet színvonalától függően bonthatók. A felelet minősítése ennek az előre meghatározott értékelési útmutatónak az alapján történik.

A könyvben szereplő 45 tétel segítségével minden iskola könnyedén össze tudja állítani a megfelelő tételesort. Minden tétel tartalmazza a *tétel teljes megfogalmazását*. Ennek segítségével a vizsgázó (és a vizsgáztató is) egy vázlat alapján készülhet fel a feleletre.

A *tétel kidolgozása* tartalmazza azokat az elméleti részeket, amelyekről a vizsgázónak beszélni kell, valamint a kísérlet leírását, elvégzését és a következtetést is.

A *javasolt értékelés* fejezet egy iránymutató értékelést tartalmaz, ám ennek alkalmazása a mindenkori tanári gyakorlatnak és a feladatnak megfelelően módosítható.

A tételek közül válogatni kell, mert azok között átfedések vannak. A 45 tételből 30-hoz kísérlet is tartozik, még-hozzá választási lehetőséggel. 10 tételhez nem tartozik elvégezhető kísérlet – többségében atomfizika és csillagászat témakörében –, de itt megkerestük azt a modellalkotási, ábraelemzési, ábrakiegészítéses feladatot, amivel a tétel teljessé válik. A gyakorlati feladatokhoz megadtuk a pontos eszközigényt, a mérések egy lehetséges eredményét is.

A szerzők feltételezik, hogy az érettségire készülők rendelkeznek középiskolai tankönyvsorozattal. Néhány helyen – terjedelmi okok miatt – az elméleti rész kidolgozása helyett csak utalunk a tankönyvekre.

Szeretnénk, ha könyvünk segítené a fizikatanár kollégákat az érettségire való felkészítés nehéz és felelősségteljes munkájában, tanítványaikat pedig a jó eredmények elérésében. A tételek összeállítása, szerkesztése nagyon gondos munkával készült, mégis előfordulhatnak benne hibák. Kérjük, ha ilyet észlel, jelezze a szerkesztőségnek, hogy minél előbb javíthassuk.

1. tétel

Egyenes vonalú egyenletes mozgás vizsgálata

A tétel megfogalmazása

Jellemezze az egyenes vonalú egyenletes mozgást!

Mi a dinamikai feltétele az egyenes vonalú egyenletes mozgásnak? Vázlatos rajz segítségével szemléltesse egy gyakorlati példán!

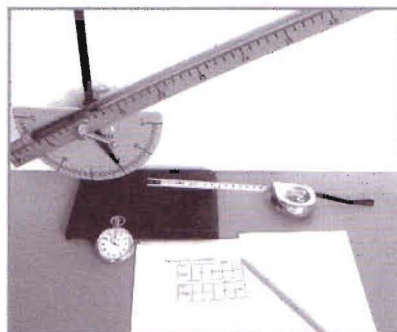
A rendelkezésre álló eszközökkel vizsgálja meg a buborék mozgását a kb. 30° -os szögben álló csőben! Az alábbi feladatok közül válasszon egyet!

- Igazolja, hogy a buborék egyenletes mozgást végez a Mikola-csőben!
- Szerkessze meg a buborék mozgásának út-idő grafikonját! Az ehhez szükséges méréseket végezze el!
- Határozza meg méréssel a buborék sebességét!

Hogyan kapcsolódik Newton munkássága ennek a mozgásnak a vizsgálatához? Mikor élt Newton? Említsen meg egy-két további eredményét!

Eszközök:

- Mikola-cső (állítható hajlásszögű),
- stopperóra (metronóm),
- mérőszalag vagy vonalzó (abban az esetben, ha a Mikola-cső nincsen centimétereskálával ellátva).

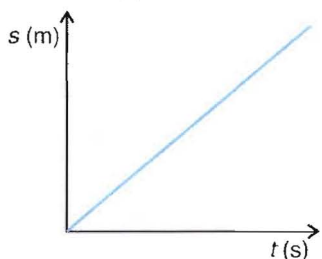


Vázlat a kidolgozáshoz

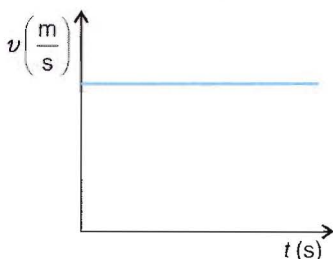
Egyenletesnek nevezünk egy mozgást, ha egyenlő időtartamok alatt a test egyenlő utakat tesz meg, vagyis sebessége állandó. Egyenes vonalú egyenletes mozgás esetén sem a sebesség nagysága, sem az iránya időben nem változik.

Az egyenes vonalú egyenletes mozgást meghatározó három függvény:

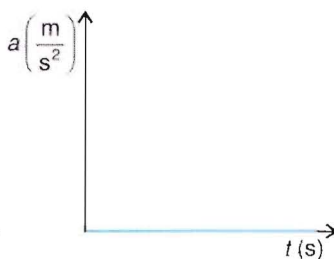
Út-idő függvény



Sebesség-idő függvény

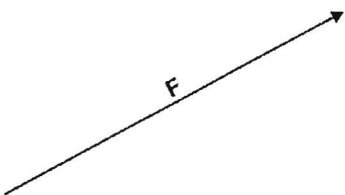
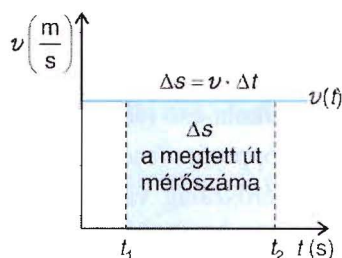
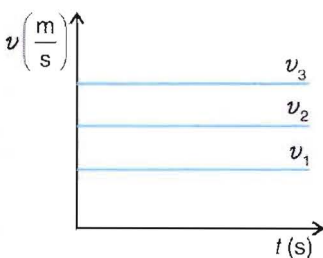
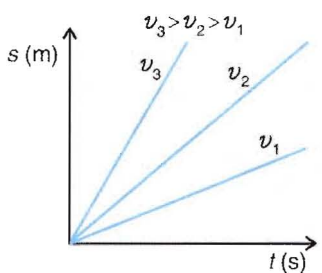


Gyorsulás-idő függvény



Az út-idő függvény annál meredekebb, minél nagyobb a sebesség.

A sebesség-idő függvény annál távolabb halad az időtengelytől, minél nagyobb a test sebessége. A függvény alatti terület mérőszáma megmutatja a két időpont közötti megtett út mérőszámát.



Az egyenes vonalú egyenletes mozgás dinamikai feltétele az, hogy testre ható erők eredője zérus legyen. Az erő vektormennyiség.

Erő jelölésére nyilat használunk, amelynek hossza az erő nagyságával arányos, az iránya pedig az erő irányával azonos.

Feladatok elvégzése:

a) Megmérjük a buborék ugyanazon időtartamok alatt (például 10 s, 20 s) megtett útjait, vagy mérjük a buborék által különböző távolságok (például 20 cm) megtételéhez szükséges időtartamokat. A mérési adatokat táblázatban rögzítjük.

Minden esetben több mérést végezzünk!

Tapasztalat ($\alpha = 30^\circ$ -os csőállásnál), ha meghatározott idő alatt megtett utat mérünk:

t (s)	10	10	10	10	10	t (s)	20	20	20	20	20
s (cm)	48	47,5	48	48,5	47	s (cm)	96	95	97	95	96

Ha meghatározott út megtételéhez szükséges időt mérünk:

s (cm)	20	30	40	50	60
t (s)	4,2	6,4	8,4	10,6	12,8

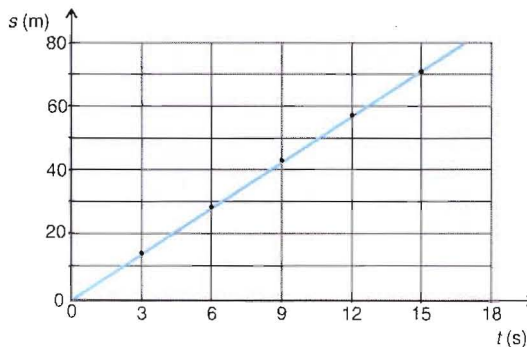
Következtetés: A buborék egyenlő időközök alatt egyenlő utakat tesz meg, illetve az $\frac{s}{t}$ hányados értéke állandó a mozgás alatt, függetlenül a választott időtartamtól.

b) Megmérjük a buborék különböző időtartamok alatt befutott útját, a mérési adatokat táblázatban rögzítjük és az összetartozó út és idő adatok felhasználásával elkészítjük a grafikont.

Mérési eredmények ($\alpha = 30^\circ$ -os csőállásnál):

s (cm)	3	6	9	12	15
t (s)	14	28	43	57	71

Grafikon:



c) Megmérjük, hogy a buborék egy adott távolságot mennyi idő alatt fut be, és a mért két adatból kiszámítjuk a buborék sebességét. Több mérést végezzünk!

s (cm)	40	40	40
t (s)	8,4	8,2	8,2
$t_{\text{átl}}$ (s)	$\approx 8,26$		

(Például $\alpha = 30^\circ$ -os csőállásnál 40 cm-t, 8,26 s alatt tett meg a buborék.)

$$s = 40 \text{ cm,}$$

$$t = 8,26 \text{ s,}$$

$$v = ?$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{40 \text{ cm}}{8,26 \text{ s}} \approx 4,84 \frac{\text{cm}}{\text{s}}.$$

Newton élete és munkássága.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Az egyenes vonalú egyenletes mozgás megfogalmazása	6
Jellemzés: út-idő összefüggés + rajz	3+3
Jellemzés: sebesség állandó összefüggés +rajz	3+3
Jellemzés: gyorsulás-idő + rajz	2+2
Dinamikai feltétel megfogalmazása	5
A kísérlet elvégzése (a buborék helyének bejelölése a metronóm ütéseinél megfelelően, mérés elvégzése)	6
Táblázat elkészítése, adatok rögzítése	6
A konklúzió levonása	6
Gyakorlati példa és a dinamikai feltétel teljesülésének bemutatása	6
Newton munkássága	4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

2. tétel

Egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás

A tétel megfogalmazása

Jellemezze az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgást!

Mi a dinamikai feltétele az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgásnak?

Vázlatos rajz segítségével szemléltesse egy gyakorlati példán, és elemezze annak dinamikai feltételét!

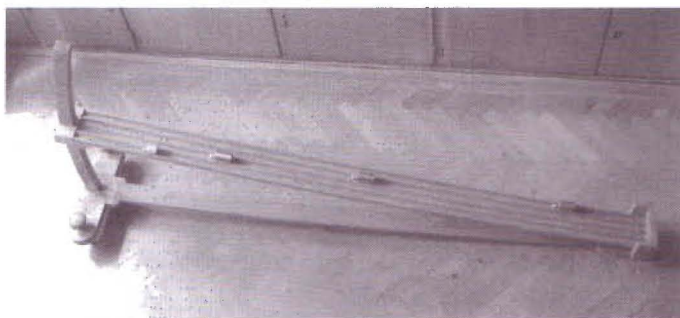
A rendelkezésre álló eszközök segítségével végezze el az egyik kísérletet!

a) Határozza meg a lejtőn legördülő golyó (kiskocsi) gyorsulását mérésrel (a kezdősebesség nulla esetében)!

b) Végezzen méréseket a lejtőn legördülő golyó (kiskocsi) út-idő grafikonjának elkészítéséhez! Szerkessze meg az út-idő grafikont!

Hogyan kapcsolódik Galilei munkássága ennek a mozgásnak a vizsgálatához? Mikor élt Galilei? Említsen meg egy-két további eredményét!

Eszközök:

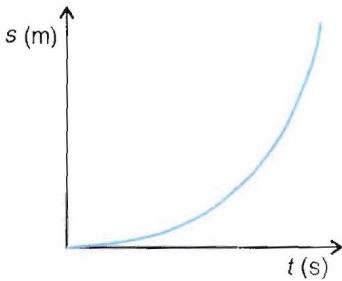


- Galilei-lejtő golyóval (kiskocsisín kiskocsival),
- stopperóra,
- mérőszalag vagy vonalzó (abban az esetben, ha a lejtő nincsen centiméterskálával ellátva),
- mm-es beosztású papír.

Vázlat a kidolgozáshoz

Az olyan egyenes vonalú mozgást, melynek során a test sebessége egyenlő időkhöz egyenlő mértékben változik, egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgásnak nevezzük. A mozgás bármely szakaszán az $a = \frac{\text{sebességváltozás}}{\text{időtartam}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ hányados értéke állandó.

Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgást meghatározó három függvény:

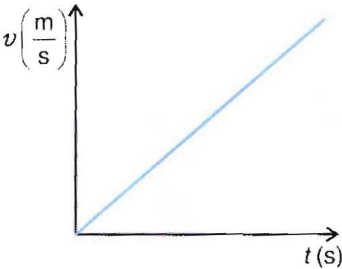


Út-idő függvény görbéje parabola.

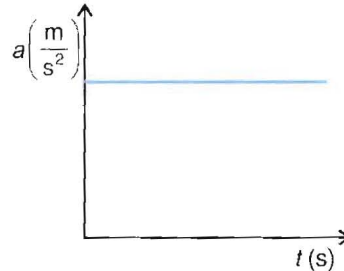
Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgást végző test által megtett út (ha a kezdősebessége nulla) a négyzetes úttörvény szerint határozható meg: $s = \frac{a}{2} \cdot t^2$.

Ha a kezdősebessége nem nulla: $s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$.

A sebesség-idő függvény egy félegyenes.

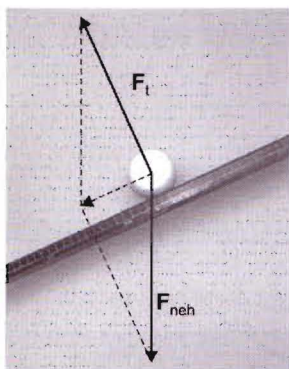


A gyorsulás-idő függvény konstans.



A test gyorsulása egyenesen arányos a rá ható erők eredőjével. A test gyorsulása akkor állandó, ha a testre ható erő is állandó.

Egyenletesen gyorsuló mozgást végez például az a test, amelyre csak a gravitációs erő hat (szabadesés).



Egyenletesen gyorsuló mozgást végez például a lejtőn legerülő golyó vagy könnyen lecsúszó test. A tartóerő és a nehézségierő eredője az állandó nagyságú gyorsítóerő.

Feladatok elvégzése:

a) Megmérjük, hogy az adott hosszúságú lejtőn mennyi idő alatt gördül le a golyó (kiskocsi). (Legalább 3 mérés alapján meghatározva az időt!) A mérési adatokat táblázatban rögzítjük, majd az $a = \frac{2s}{t^2}$ képlet segítségével kiszámítjuk a gyorsulást.

Tapasztalat golyó legördülésénél ($\alpha = 1^\circ$ -os lejtőnél):

s (m)	1	1	1
t (s)	4	4	3,9
$t_{\text{átl}}$ (s)	≈4		

$$\text{Számítás: } a = \frac{2s}{t^2} \approx 0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Tapasztalat kiskocsi legördülésénél ($\alpha = 2^\circ$ -os lejtőnél):

s (m)	1	1	1
t (s)	4,2	4,0	4,4
$t_{\text{átl}}$ (s)	4,2		

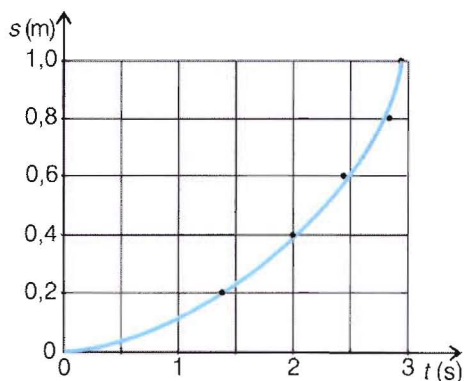
$$\text{Számítás: } a = \frac{2s}{t^2} \approx 0,11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

b) Megmérjük, hogy az adott hajlásszögű lejtőn 20 cm-t, 40 cm-t, 60 cm-t stb. mennyi idő alatt fut be az álló helyzetből indított golyó (kiskocsi). (Egy-egy távolságnál legalább 3 mérés alapján határozzuk meg az időt!) A mérési adatokat táblázatban rögzítjük, majd mm-es beosztású papíron megszerkesztjük az út-idő grafikont.

Tapasztalat golyó legördülésénél

($\alpha = 2^\circ$ -os lejtőnél):

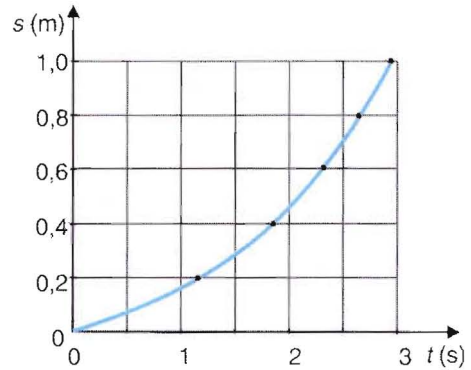
s (m)	≈0,2	≈0,4	≈0,6	≈0,8	≈1,0
t_1 (s)	≈1,4	≈2,0	≈2,4	≈2,8	≈2,9
t_2 (s)	≈1,4	≈2,0	≈2,5	≈2,7	≈2,9
t_3 (s)	≈1,5	≈2,1	≈2,4	≈2,8	≈3,0
$t_{\text{átl}}$ (s)	≈1,4	≈2,0	≈2,4	≈2,8	≈2,9



Tapasztalat kiskocsi legördülésénél
($\alpha = 3^\circ$ -os lejtőnél):

s (m)	$\approx 0,2$	$\approx 0,4$	$\approx 0,6$	$\approx 0,8$	$\approx 1,0$
t_1 (s)	$\approx 1,2$	$\approx 1,8$	$\approx 2,3$	$\approx 2,6$	$\approx 2,9$
t_2 (s)	$\approx 1,2$	$\approx 1,8$	$\approx 2,3$	$\approx 2,7$	$\approx 2,9$
t_3 (s)	$\approx 1,3$	$\approx 1,7$	$\approx 2,2$	$\approx 2,7$	$\approx 2,8$
t_{atl} (s)	$\approx 1,2$	$\approx 1,8$	$\approx 2,3$	$\approx 2,7$	$\approx 2,9$

Következtetés: A lejtőn legördülő golyó (kiskocsi) út-idő grafikonja parabola, az út-idő függvény másodfokú, tehát a befutott út az idő négyzetével arányos.



Galileo Galilei élete és munkássága.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás fogalma	6
Jellemzése (út-idő + grafikon)	3+3
Jellemzése (sebesség-idő + grafikon)	3+3
Jellemzése (gyorsulás-idő+grafikon)	3+3
A kísérlet elvégzése	6
Mérés, az adatok táblázatba foglalása	6
Számolás vagy grafikon elkészítése	6
Dinamikai feltétel értelmezése	4
Gyakorlati példa és annak értelmezése	5
Galilei élete és munkássága	4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

3. tétel

Körmozgás és rezgőmozgás

A tétel megfogalmazása

Jellemezze a címben megadott mozgásokat. Sorolja fel a leírásukhoz használt fizikai mennyiségeket! A kiválasztott kísérlet elvégzésével ezekre mutasson rá!

Végezzen el egyet az alábbi kísérletek közül:

- Végezzen méréseket a körmozgást végző test kerületi sebességének meghatározásához! Számítsa ki a mért mennyiségek felhasználásával a test kerületi sebességét!
- Határozza meg a lemezjátszó korongjára helyezett test fordulatszámát, szögsebességét és a periódusidejét (keringési idejét)!
- Határozza meg méréssel a rugóra függesztett, harmonikus rezgést végző test amplitúdóját, rezgésidejét és frekvenciáját!

Milyen kapcsolat van a körmozgás és a harmonikus rezgőmozgás között? Jellemezze a körmozgást dinamikai szempontból! Mi a rezonancia jelensége?

Eszközök:

- lemezjátszó,
- stopperóra,
- mérőszalag vagy vonalzó,
- két különböző rugóállandójú rugó,
- 4 db 50 g-os akasztós test,
- állvány szorítódíóval, keresztrúddal.

Vázlat a kidolgozáshoz

Kísérletek elvégzése (Mindig három mérést végezzen.):

- Megmérjük a lemezjátszó korongra helyezett test (radírgumi) tengelytől való távolságát (r), majd megmérjük a test legalább 10 teljes fordulat megtételéhez szükséges idejét (t). A mérési adatokat táblázatban rögzítjük, majd a $T = \frac{t}{z}$



képletből kiszámítjuk a periódusidőt, a $v = \frac{K}{T} = \frac{2r\pi}{T}$ összefüggés segítségével pedig a kerületi sebességet.

Tapasztalat (33-as fordulatszámnál):

r (m)	0,09
t (s)	18
z	10
T (s)	1,8
v ($\frac{\text{m}}{\text{s}}$)	0,31

Számítás:

$$T = \frac{t}{z} = \frac{1,8 \text{ s}}{10} = 1,8 \text{ s.}$$

$$v = \frac{K}{T} = \frac{2r\pi}{T} = \frac{2 \cdot 0,09 \text{ m} \cdot 3,14}{1,8 \text{ s}} \approx 0,31 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

b) Megmérjük a lemezjátszókorong legalább 10 teljes fordulatának az idejét (t), és az $n = \frac{z}{t}$ képletből kiszámítjuk a fordulatszámot, az $\omega = \frac{\alpha}{t}$ képletből a szögsebességet és a $T = \frac{t}{z}$ képletből a periódusidőt. (A korongon jelölést teszünk a jó megfigyelhetőség érdekében.)

Tapasztalat (33-as fordulatszámnál):

z	10
α	$10 \cdot 2\pi$
t (s)	18
n ($\frac{1}{\text{s}}$)	0,56
ω ($\frac{1}{\text{s}}$)	3,49
T (s)	1,8

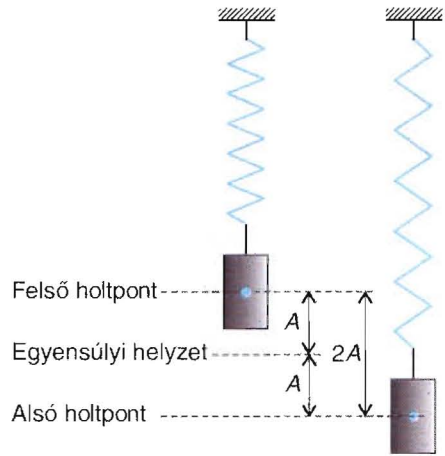
Számítás:

$$n = \frac{z}{t} = \frac{10}{18 \text{ s}} \approx 0,56 \frac{1}{\text{s}}.$$

$$\omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{10 \cdot 2 \cdot \pi}{18 \text{ s}} \approx 3,49 \frac{1}{\text{s}}.$$

$$T = \frac{t}{z} = \frac{18 \text{ s}}{10} = 1,8 \text{ s.}$$

c) Megmérjük a rezgést végző test alsó felső holtpontja közötti távolságot legalább ötször, a mért értékeket osztjuk kettővel, így megkapjuk az amplitúdót, majd kiszámítjuk az átlagot. Meghatározzuk a rugóra akasztott, rezgésbe hozott test rezgésidejét (periódusidejét) (T) legalább 10 teljes rezgés idejéből. (Az amplitúdók ne haladják meg az 1-2 cm-t!) A mérési adatokat táblázatban rögzítjük, majd a $T = \frac{t}{z}$ képletből kiszámítjuk a rezgésidőt. Ezt követően az $f = \frac{1}{T}$ képletből kiszámítjuk a frekvenciáját.



Tapasztalat:

A (cm)	z	$\bar{A}_{\text{át}}$ (cm)
1,6	5	1,5
1,4		
1,6		
1,5		
1,4		

t (s)	z	T (s)	f (1/s)
6	10	0,61	≈1,64
6,2			
6,2			
6			
6,2			
6,3			
6,1			
6			
6			
6,1			

Számítás:

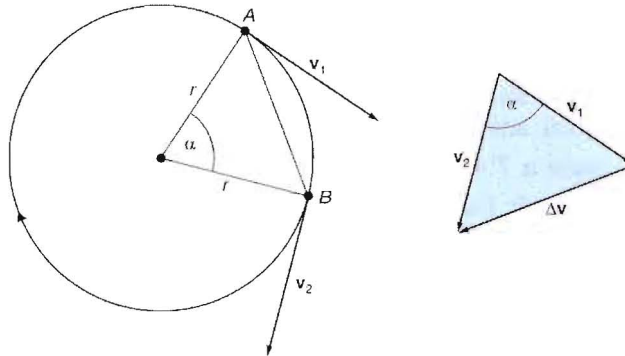
$$T = \frac{\Sigma t}{z} = 0,61 \text{ s,}$$

$$f = \frac{1}{T} = 1,64 \text{ s.}$$

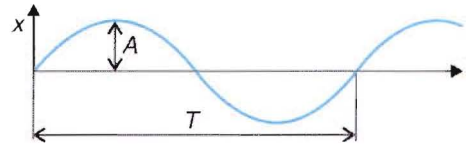
Egyenletes a körmozgás, ha a körpályán mozgó test egyenlő időszakok alatt egyenlő íveket fut be, vagy azonos a szögelfordulása. Az egyenletes körmozgást jellemezhetjük a kerületi sebességgel és a szögsebességgel: $v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$ és $\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t}$. Ilyenkor a szögelfordulást radiánban kell mérni. A kerületi sebesség és a szögsebesség egymással egyenesen arányos, arányossági tényező a körpálya sugara. $v = r \cdot \omega$. Az egyenletes körmozgás kerületi sebessége minden pillanatban érintőirányú. Ezért (a sebességvektor szüntelen irányváltozása miatt) az egyenletes körmozgásnak van gyorsulása.

A gyorsulás iránya merőleges a sebességre és a kör középpontja felé mutat, ezért centripetális gyorsulásnak nevezzük: $a_{cp} = \frac{v^2}{r} = r \cdot \omega^2 = v \cdot \omega$.

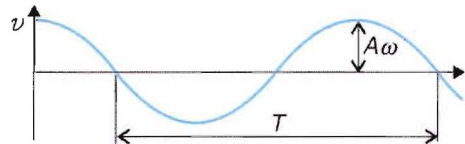
Az egyenletes körmozgás esetében a teljes körülfordulás ideje a T keringési idő, az 1 másodperc alatt megtett fordulatok száma, f a fordulatszám. $T = \frac{1}{f}$.



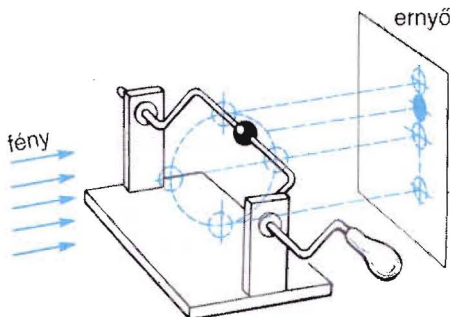
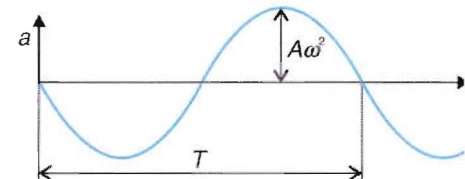
Minden olyan jelenséget, amely időben periodikusan ismétlődik, rezgőmozgásnak nevezzük. Az egyensúlyi helyzettől való távolságot kitérésnek (x), a maximális kitérést amplitúdónak (A) nevezzük. Harmonikus egy rezgőmozgás, ha a kitérése az időnek szinuszos függvénye.



A harmonikus rezgőmozgást végző test sebessége az időnek periodikus függvénye.



A harmonikus rezgőmozgást végző test gyorsulása az időnek periodikus függvénye, egyenesen arányos a kitéréssel és azal ellentétes irányú.



Ha az egyenletes körmozgást végző testet a pálya síkjából nézzük, akkor úgy látjuk, hogy a test egy egyenes szakasz mentén mozog, és ez a mozgás harmonikus rezgőmozgás. Ezért a jellemző mennyiségek között a következő kapcsolat áll:

Egyenletes körmozgás	Harmonikus rezgőmozgás	Mértékegység
sugár (r)	amplitúdó (A)	m
keringési idő (T)	rezgésidő (T)	s
fordulatszám (n) frekvencia (f)	rezgésszám frekvencia (f)	$\frac{1}{s}$
szögsebesség (ω)	körfrekvencia (ω)	$\frac{1}{s}$
elfordulás szöge (α)	fázisszög (α)	fok vagy radián

Az egyenletes körmozgás dinamikai feltétele az, hogy a testre ható erők eredője a kör középpontja felé mutasson, nagysága állandó legyen. Ezt az eredőerőt nevezzük centripetális erőnek. Ha a centripetális erő nagysága állandó, akkor a körmozgás egyenletes.

Rezonancia: ha a rezgést kényszerítő erő frekvenciája éppen megegyezik a rendszer sajátfrekvenciájával, a rezonancia jelensége következik be. Ez esetben az amplitúdó ugrásszerűen megnő.

Javasolt értékelés:

Tartalom	Pontszám
Kísérlet elvégzése	7
Mérés és táblázat	8
Számítás	6
Körmozgás és jellemzői	8
Rezgőmozgás és jellemzői	8
Körmozgás és rezgőmozgás kapcsolata	7
Körmozgás dinamikai feltételének meghatározása	6
Rezonancia leírása	5
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

4. tétel

Mechanikai rezgések, matematikai inga

A tétel megfogalmazása

Jellemezze a címben szereplő fogalmakat! Értelmezze ezeknek a mozgásoknak a jellemzőit: (név, jel, mértékegység)! Milyen kapcsolat van az ingamozgás és a harmonikus rezgőmozgás között? A rendelkezésre álló eszközökkel végezze el a kísérletet! Mi okozhat mérési hibát? Készítsen vázlatos rajzot az ingára ható erőkről!

Említse meg az időmérő eszközök fejlődésének 2-3 fontosabb állomását!

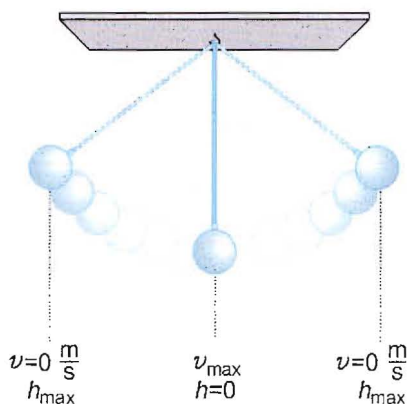
Végezze el az alábbi feladatok egyikét:

- Határozza meg az inga lengésidőjét méréssel, és igazolja kísérlettel, hogy a lengésidő függ az inga hosszától!
- Mutassa be kísérlettel, hogy kis kitérések esetén ($\alpha < 5^\circ$) a lengésidő független a fonálinga amplitúdójától és a fonálra akasztott test tömegétől!

Eszközök:

- 3 db 50 g-os akasztós test,
- stopperóra,
- mérőszalag vagy vonalzó,
- állvány szorítódíóval, keresztrúddal,
- erős zsinór.

Vázlat a kidolgozáshoz



Rezgőmozgás: két szélső helyzet közötti, időben periodikus mozgás. (Előző tétel.)

Ingamozgás: ha vékony fonálra függesztett testet kitérítjük függőleges helyzetéből, és engedjük, akkor a test ingamozgást végez. Ha a fonál tömege elhanyagolható, és a test pontszerű, akkor matematikai ingáról, ha nem, akkor fizikai ingáról beszélünk.

Az inga lengésideje független a tömegtől. A fonál hosszától nem független, hanem a fonál hosszának négyzetgyökével egyenesen arányos. $\left(T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}\right)$.

Az inga mozgását dinamikai szempontból vizsgálva megállapíthatjuk, hogy az inga mozgása síkmozgás. A rá ható erők ugyanis mindig abban a síkban találhatók, amelyet az inga egyensúlyi és kitérített helyzete meghatároz.



Jellemző mennyiségek:

Amplitúdó: az egyensúlyi és a szélső helyzet közötti távolság, a jele A , a mértékegysége méter.

Periódusidő vagy *rezgésidő:* egy teljes rezgés megtételéhez szükséges idő, a jele T , a mértékegysége $\frac{1}{s}$.

Frekvencia vagy *rezgésszám:* egységnyi idő alatti rezgések száma, a jele f , a mértékegysége $\frac{1}{s}$.

A rezgésszám és a rezgésidő kapcsolata: $T = \frac{1}{f}, f = \frac{1}{T}$.

A rezgésszám 2π -szerese a körfrekvencia, a jele ω , $\omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$, a mértékegysége $\frac{1}{s} = 1 \text{ Hz}$.

A rezgő testre ható erő egyenesen arányos a kitéréssel, de azzal ellentétes irányú. Arányossági tényező a rugóállandó: $F = -D \cdot x$.

Feladatok elvégzése:

a) Elkészítünk egy kb. 30 cm hosszú, mindkét végén hurokkal ellátott zsinórt. Egyik végét a keresztrúdra húzzuk, másik végére felfüggesszük az egyik 50 g-os testet. Az így elkészült fonálinga lengésidejét határozzuk meg legalább 10 teljes lengés idejéből. A mérési adatokat táblázatban rögzítjük, majd a $T = \frac{t}{z}$ képletből kiszámítjuk a lengésidőt. (Az inga hosszát a felfüggesztési pont és a felfüggesztett test középpontja közötti távolság adja! Ha a zsinór 30 cm, akkor az inga hossza kb. 31,5 cm.)

Tapasztalat:

l_1 (cm)	31,5
t_1 (s)	11
z	10
T_1 (s)	1,1

Számítás:

$$T_1 = \frac{t_1}{z} = \frac{11 \text{ s}}{10} = 1,1 \text{ s.}$$

Az előző részben leírtaknak megfelelően elkészítünk egy 20 cm-es, mindkét végén hurokkal ellátott zsinórt, s az így meglévő két különböző hosszúságú fonálingának meghatározzuk a lengésidejét.

Tapasztalat:

l_2 (cm)	21,50
t_2 (s)	9,4
z	10
T_2 (s)	0,94

Számítás:

$$T_2 = \frac{t_2}{z} = \frac{9,4 \text{ s}}{10} = 0,94 \text{ s,}$$

tehát az inga lengésideje függ az inga hosszától.

b) A 31,5 cm-es fonálinga lengésidejét vizsgáljuk meg két különböző amplitúdóval, majd két különböző nehezéssel, minden esetben legalább 10 teljes lengés idejét mérve! (Az amplitúdók ne haladják meg a 2-2,5 cm-t!) A mérési adatokat táblázatban rögzítjük, majd a $T = \frac{t}{z}$ képletből kiszámítjuk a rezgésidőt.

Tapasztalat különböző amplitúdók esetén:

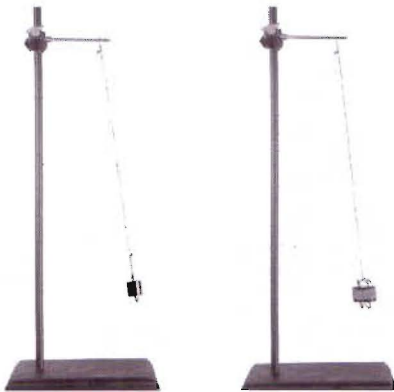
l (cm)	31,5	l (cm)	31,5
A_1 (cm)	$\approx 1-1,5$	A_2 (cm)	$\approx 2-2,5$
t_1 (s)	11	t_2 (s)	11,2
z	10	z	10
T_1 (s)	1,1	T_2 (s)	$\approx 1,1$

Számítás:

$$T_1 = \frac{t_1}{z} = \frac{11 \text{ s}}{10} = 1,1 \text{ s.}$$

$$T_2 = \frac{t_2}{z} = \frac{11,2 \text{ s}}{10} = 1,12 \text{ s,}$$

Következtetés: Az inga lengéseideje a lengés amplitúdójától független (a különbség az elkövethető mérési hibán belül van).



Tapasztalat különböző tömegek esetén:

l (cm)	31,5	l (cm)	31,5
m_1 (g)	50	m_2 (g)	100
t_1 (s)	11	t_2 (s)	11,1
z	10	z	10
T_1 (s)	1,1	T_2 (s)	$\approx 1,1$

Számítás:

$$T_1 = \frac{t_1}{z} = \frac{11 \text{ s}}{10} = 1,1 \text{ s.}$$

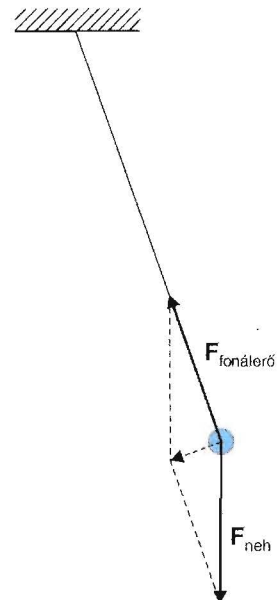
$$T_2 = \frac{t_2}{z} = \frac{11,1 \text{ s}}{10} = 1,11 \text{ s.}$$

Következtetés: Az inga lengéseidejét a felfüggesztett test tömege nem változtatja meg (a különbség az elkövethető mérési hibán belül van).

Mérési hibát okozhatnak:

- saját reflexidőnk,
- mérőeszköz pontossága (pontatlansága).

Matematikai ingára (fonálinga) ható erők:



Időmérő eszközök fejlődése:

Minden olyan jelenség alkalmas időmérésre, amely periodikusan ismétlődik:

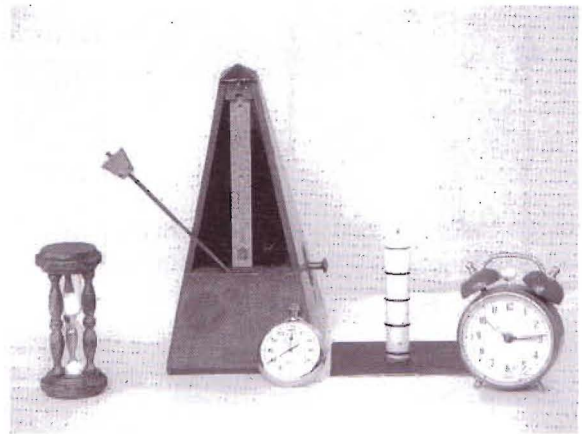
- a csillagok látszólagos járása,
- a Nap delelése – árnyékóra, bot, obeliszk, napóra,
- a Hold fázisváltozásai,

vagy olyan szerkezet, amely periodikusan működik, például a mechanikus órák:

- ingaóra (Galilei),
- rugós óra,
- kvarcóra (működése mechanikai rezgésen alapul).

Időintervallum mérésére valók:

- homokóra,
- vízióra.



Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Kísérlet elvégzése	8
Számítás	8
Konklúzió	6
Ingamozgás leírása	6
Rezgőmozgás leírása	6
Jellemző mennyiségek	6
Ingára ható erő, rajz	8
Időmérő eszközök	7
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

5. tétel

Mechanikai hullámmozgás

A tétel megfogalmazása

Értelmezze a hullámmozgást! Jellemezze és csoportosítsa a hullámmozgásokat!

Értelmezze a hullámmozgást leíró fizikai mennyiségeket!

Válasszon az alábbi kísérletek bemutatása közül!

Lehetséges feladatok:

a) Mutassa be és jellemezze a gumikötélen és a tekercsrugón létesített transzverzális, illetve longitudinális hullámokat! Elemezze a szabad- és rögzített végről visszaverődő kötélhullámokat!

b) Mutassa be, hogy a hangot kibocsátó test rezgőmozgást végez, illetve a rezgő test hangot kelt! Igazolja hogy a nagyobb rezgésszámú test magasabb hangot ad ki!

Sorolja fel a hullámjelenségeket, és legalább kettőre mondjon konkrét példát!

Hogyan kapcsolódik Huygens munkássága a hullámjelenség vizsgálatához? Melyik században élt Huygens? Említse meg két további eredményét!

Eszközök:

- gumikötél és tartozékai,
- tekercsrúgó, vagy longitudinális hullámot bemutató eszköz,
- hangvilla rezonátordobozzal, gumikalapáccsal,
- hangszóró (szabad membránfelülettel),
- állványra felfüggesztett pingponglabda,
- Petri-csésze vízzel,
- Savart-féle és Selbeck-féle sziréna (vagy a kettő kombinációja) centrifugagépben,
- kartonlap,
- gumicső.

Vázlat a kidolgozáshoz

Mechanikai hullámokról akkor beszélünk, ha egy rezgésállapot rugalmas közegben terjed.



Csoportosítás:

Terjedés iránya szerint:

vonala menti (egydimenziós), például kötélen vagy rugón



felületi (kétdimenziós), például vízhullám, homokdűne
térbeli (háromdimenziós), például hanghullámok

A hullámterjedés fajtája szerint:

Ha a közeg részecskéinek rezgési iránya merőleges a hullámok terjedési irányára, akkor a hullámmozgás transzverzális.

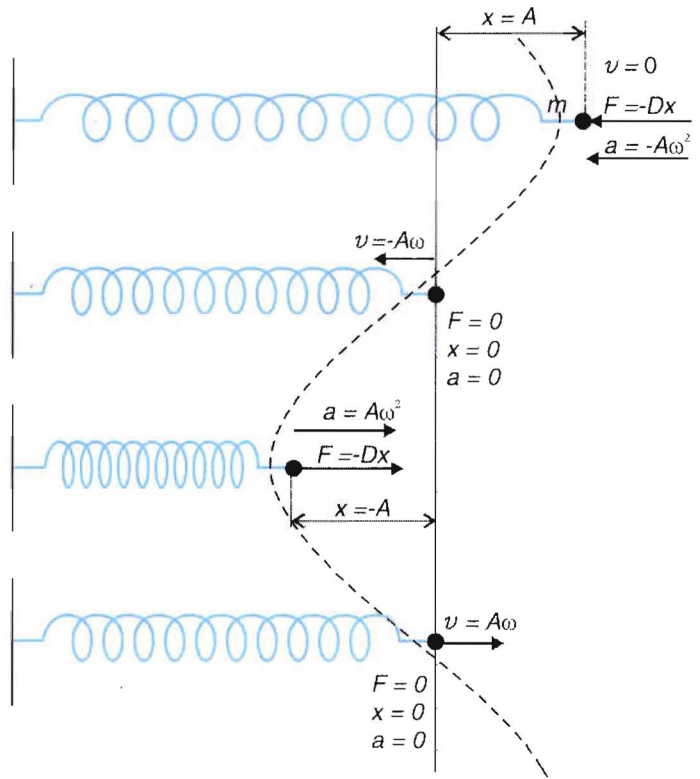


Ha a közeg részecskéinek rezgési iránya egyirányú a hullámok terjedési irányára, akkor a hullámmozgás longitudinális.



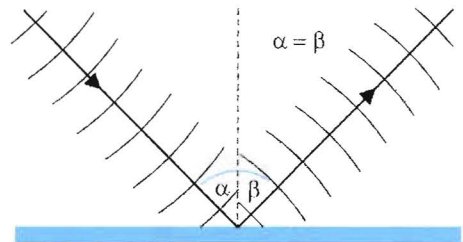
Harmonikus hullámban az egyes részecskék harmonikus rezgőmozgást végeznek. A részecskék mozgásának leírására ugyanazokat a fizikai mennyiségeket használjuk, mint a harmonikus rezgőmozgásnál.

A hullámozgást leíró fizikai mennyiségek: rezgésidő, frekvencia, a hullám terjedési sebessége, hullámhossz.

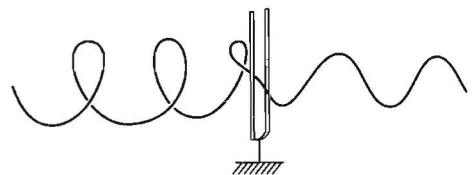


Hullámjelenségek:

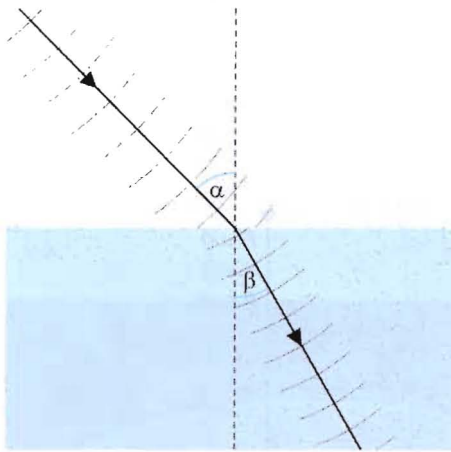
visszaverődés, például visszhang



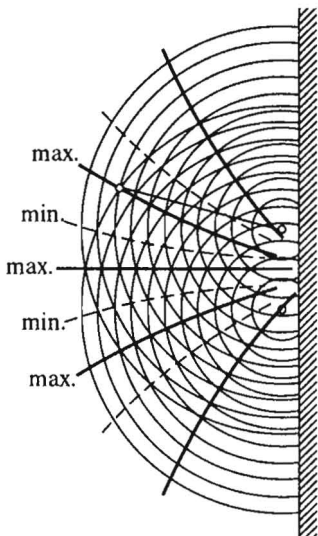
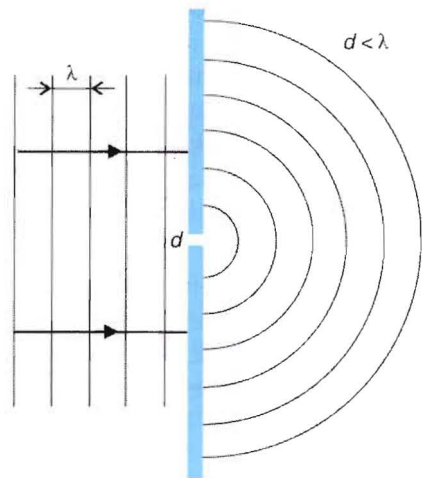
polarizáció: A transzverzális hullám polarizálható, a longitudinális nem. Például körkörös kötélahullám útjába egy függőleges rést teszünk.



törés, például víz hullámok iránya megváltozik, ha sekélyebb vízbe érnek



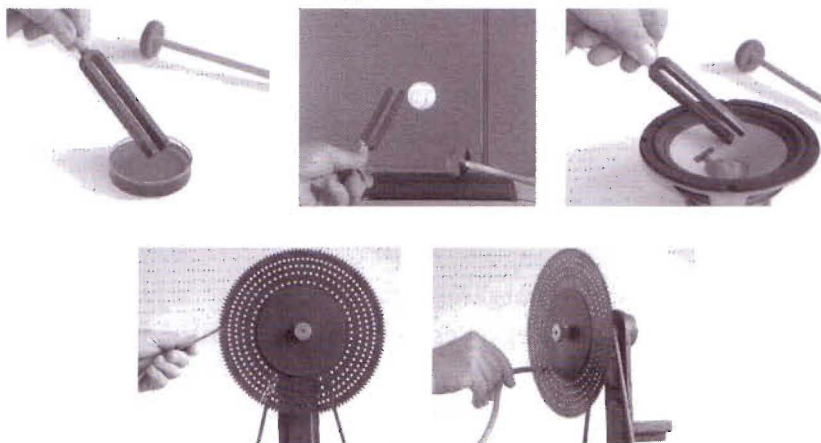
elhajlás, például kiszűrődő zene hangja



interferencia, például állóhullámok kialakulása egy sípban

Feladatok elvégzése:

- Hullámok létrehozása és elemzése.
- A rezgésbe hozott hangvilla szárait nyomjuk a nyugodt vízfelületbe! A rezgésbe hozott hangvilla egyik szárát érintsük a felfüggesztett pingponglabdához! Óvatosan érintsük a rezgésbe hozott, rezonátordoboz nélküli hangvilla egyik szárának végét a hangszóró membránjához! Érintsük a kartonlapot a forgó, Savart-féle sziréna fogaskerekeihez kisebb, majd nagyobb fordulatszám mellett! Fújjunk a gumicsövön keresztül levegőt az állandó fordulatszámú Seebeck-féle sziréna különböző lyuksoraiba!

*Tapasztalat:*

A víz befodrosodik, szétfroccsen. A pinponglabda elpattan a villától. A hangszóró rezgő hangot ad ki. A kartonlap által kibocsátott hang annál magasabb, minél nagyobb a fogaskerék fordulatszámja. A lyuksorokba befújtt levegővel hangot keltetünk, minél nagyobb a lyuksor sugara, annál magasabb hangot hallunk.

Következtetés:

A hang rezgőmozgás eredménye: a gumialapáccsal megütött hangvilla szárai rezgőmozgást végeznek, a fogaskerék fogai megrezzentik a kartonlapot, a lyukszirénán a légáram periodikus megszakítása következtében nyomásingadozások, azaz hanghullámok jönnek létre. Minél nagyobb a rezgésszám, annál magasabb a keltett hang.

Huygens élete és munkássága

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Mechanikai hullámok jelensége	5
Mechanikai hullámok csoportosítása	2×3
Hullámmozgást leíró mennyiségek	8
Hullámjelenségek felsorolása	5×2
Gyakorlati példák	2×2
Kísérlet elvégzése	8
Kísérlet elemzése	8
Huygens élete és munkássága	6
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

6. tétel

Periodikus mozgások

A tétel megfogalmazása

Sorolja fel a tanult periodikus mozgásokat!

Válasszon ki e mozgások közül egyet és elemezze kinematikai és dinamikai szempontból!

Válasszon az alábbi három kísérlet között:

- Igazolja méréssel, hogy a rugóra függesztett test rezgésideje egyenesen arányos a test tömegének négyzetgyökével!
- Igazolja méréssel, hogy a fonálinga lengésideje egyenesen arányos az inga hosszának négyzetgyökével!
- Hangtani kísérlet.

Hangtani alapfogalmakat kapcsolja össze a hullámmozgást leíró fizikai mennyiségekkel.

Miben különbözik a bolygómozgás és a körmozgás? Ismertesse Kopernikusz munkásságát!

Eszközök:

- stopperóra (metronóm),
- állvány,
- két különböző rugóállandójú rugó,
- 4 db 50 g-os akasztós test,
- legalább három különböző hosszúságú zsineg,
- hangvilla rezonátordobozzal, gumikalapáccsal,
- hangszóró (szabad membránfelülettel),
- Petri-csésze vízzel,
- kartonlap,
- gumicső.



Vázlat a kidolgozáshoz

Az előző tételknél már szerepeltek a periodikus mozgások. (Körmozgás, rezgőmozgás, ingamozgás, hullámmozgás.)

A hang mechanikai rezgés, amelyet hallószervünkkel érzékelünk. A hang longitudinális hullám. Terjedési sebessége levegőben $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

A tapasztalat szerint az ember 20 Hz és 20 000 Hz frekvencia közti hangot hallja meg.

A hangmagasság a rezgésszámmal jellemezhető. Egy hangot annál magasabbnak hallunk, minél nagyobb a rezgésszáma, frekvenciája. A normál zenei A hang frekvenciája 440 Hz.

A hang erőssége a keltett rezgés amplitúdójával hozható kapcsolatba. A hangszín attól függ, hogy az alaphang mellett milyen felhangok és milyen erősséggel szólalnak meg. A hangszerek doboza, az emberi koponya csak bizonyos felhangokat erősítenek fel, ennek következtében válik a hangszerek és az emberek hangja is jellemzővé.

Mivel a hang mechanikai hullám, kimutatható az interferencia, a visszaverődés, a törés és az elhajlás jelensége is. (A polarizáció nem, mert longitudinális hullám.)

A bolygók a Nap körül ellipszis alakú pályán keringenek, és nem kör alakú pályán. A vezérsugár azonos idő alatt azonos területet sűrol, ez mindegyik mozgásra igaz. Így viszont következik, hogy a bolygóknak naptávolban még kisebb a kerületi sebességük, mint napközben. A bolygók keringésük során saját tengely körüli forgómozgást is végeznek.

Kopernikusz élete és munkássága.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A kísérlet elvégzése, mérés	8
Az adatok táblázatba foglalása	6
Konklúzió	5
Periodikus mozgások	8
Dinamikai feltétel értelmezése	8
A hang és jellemzői	12
Bolygómozgás	4
Kopernikusz munkássága	4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

7. tétel

A gyorsulás, a szabadesés

A tétel megfogalmazása

Ismertesse a gyorsulás fogalmát, gondoljon az irányváltásra is! Ismertesse a gravitációs gyorsulás fogalmát, a szabadesés jelenségét!

A rendelkezésre álló eszközök segítségével végezze el a kiválasztott feladatot!

a) Határozza meg a lejtőn legördülő golyó (kiskocsi) gyorsulását méréssel (*a kezdősebesség legyen nulla!*)

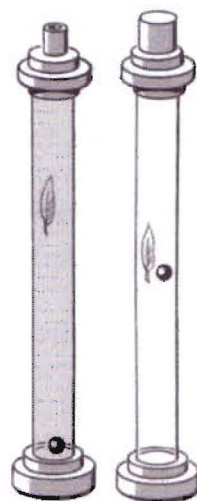
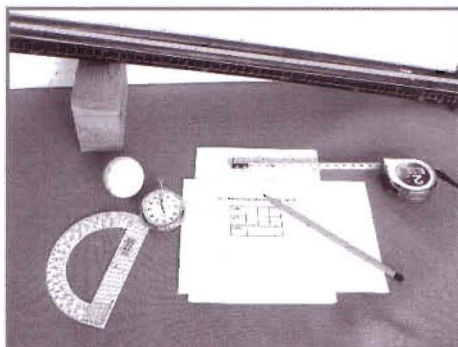
b) Elemezze az egyenes vonalú, egyenletesen gyorsuló mozgást ábrázoló grafikonokat!

Mitől függ a golyó, a kiskocsi gyorsulása, és mi okozhat mérési hibát?

Ki volt az a tudós, aki először írta le a szabadesést? Mit tud a munkásságáról?

Eszközök:

- Galilei-lejtő golyóval (kiskocsisín kiskocsival),
- stopperóra,
- mérőszalag vagy vonalzó (abban az esetben, ha a lejtő nincsen centiméterskálával ellátva),
- grafikonok (út-idő, sebesség-idő, gyorsulás-idő grafikon).



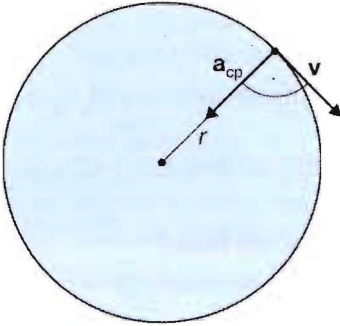
Vázlat a kidolgozáshoz

Ha a mozgás során a test sebességvektora változik, akkor a testnek gyorsulása van. A gyorsulás jele a .

Értéke: a sebességváltozásnak és a közben eltelt időnek a hányadosa,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

Mértékegysége: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



Például az egyenletes körmozgás esetében a test sebességének nagysága állandó, iránya pillanatonként változik, tehát a testnek van gyorsulása. A gyorsulás iránya merőleges a sebességre, és a kör középpontja felé mutat. Ezért centripetális gyorsulásnak nevezzük:

$$\text{Értéke: } a_{cp} = \frac{v^2}{r} = r \cdot \omega^2.$$

Mértékegysége: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Egy test gyorsulását mindig a testre ható erő okozza. Mégpedig úgy, hogy az erő és a gyorsulás közti arányosság mindig fennáll.

Ha a közegellenállás elhanyagolható, akkor a kezdősebesség nélkül eső test mozgását szabadesésnek nevezzük. A szabadon eső test gyorsulását nehézségi vagy gravitációs gyorsulásnak nevezzük.

Jele: g . Iránya függőleges, és a Föld középpontja felé mutat.

Értéke függ a Föld középpontjától mért távolságtól és a földrajzi helytől is.

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

A szabadesés az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás speciális esete.

Feladatok elvégzése:

a) Megmérjük, hogy az adott hosszúságú lejtőn mennyi idő alatt gördül le a golyó (kiskocsi). (Legalább 3 mérés alapján meghatározva az időt!) A mérési adatokat táblázatban rögzítjük, majd az $a = \frac{2s}{t^2}$ képlet segítségével kiszámítjuk a gyorsulást.

Tapasztalat golyó legördülésénél ($\alpha = 2^\circ$ -os lejtőnél):

s (m)	1	1	1
t (s)	2,6	2,8	2,8
$t_{\text{át}}$ (s)	$\approx 2,7$		

Számítás:

$$a = \frac{2s}{t^2} \approx 0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Tapasztalat kiskocsi legördülésénél ($\alpha = 3^\circ$ -os lejtőnél):

s (m)	1	1	1
t (s)	2,5	2,6	2,7
$t_{\text{átl}}$ (s)	$\approx 2,6$		

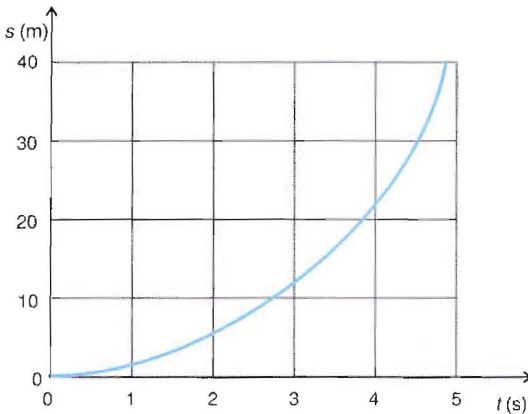
Számítás:

$$a = \frac{2s}{t^2} \approx 0,30 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$



b) A bemutatott grafikonok elemzése

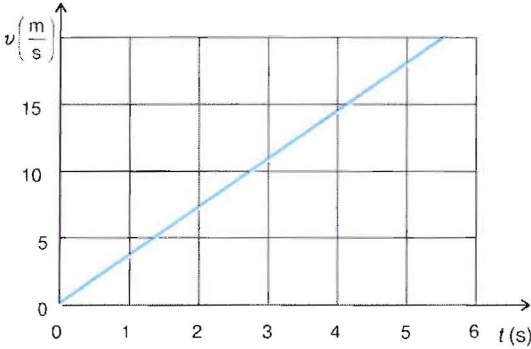
Út-idő grafikon:



Elemzés: Az egyenletesen változó mozgást végző test út-idő grafikonja parabola, az út-idő függvény másodfokú, tehát a befutott út az idő négyzetével arányos.

Leolvasható a grafikonról, hogy a test például 4,5 s alatt 30 m-t tett meg; vagy például mozgása során a 20 m-t 3,7 s alatt érte el.

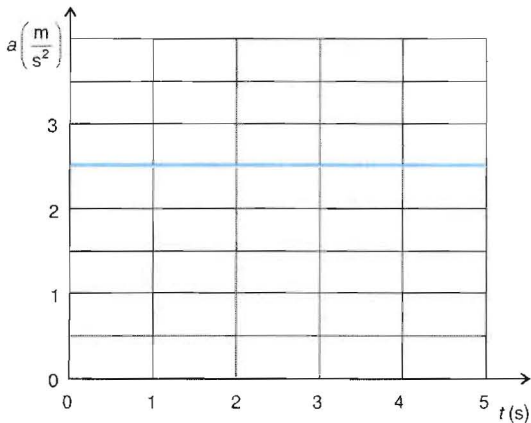
Sebesség-idő grafikon:



Elemzés: Az egyenletesen változó mozgást végző test sebesség-idő grafikonja az időtengellyel szöget bezáró egyenes, tehát a sebesség és az idő között egyenes arányosság van, mert $v_0 = 0$. Nagyobb meredekség nagyobb gyorsulást jelent. A grafikon alatti terület mérőszáma megadja a befutott utat.

Leolvasható a grafikonról, hogy a test például a 3. másodpercben $11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességre gyorsult fel; vagy a $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességre 2,75 s alatt gyorsult fel, vagy az, hogy az 5,5 s alatt 55 métert tett meg.

Gyorsulás-idő grafikon:



Elemzés: Az egyenletesen változó mozgást végző test gyorsulás-idő grafikonja az időtengellyel párhuzamos egyenes, tehát a gyorsulás állandó. A grafikon alatti terület mérőszáma megadja az adott idő alatt elért sebességet.

Leolvasható a grafikonról, például a gyorsulás értéke ($2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$), vagy az, hogy a test a 4. másodperc végéig $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességre gyorsult fel.

A szabadesést kísérleti úton Galileo Galilei vizsgálta először.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
<i>a)</i> feladat megoldása	
Kísérlet elvégzése	8
Szükséges adatok mérése, legalább 2×2 mérés	8
Számítások elvégzése	6
Hibaokok számbavétele	5
<i>b)</i> feladat megoldása	
Út-idő grafikon elemzése	9
Sebesség-idő grafikon elemzése	9
Gyorsulás-idő grafikon elemzése	9
Gyorsulás fogalma	8
Jele, mértékegysége	4
Nehézségi gyorsulás fogalma	6
Galilei	4
Szabadesés	6
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

8. tétel

Lendület, lendületváltozás és lendületmegmaradás

A tétel megfogalmazása

Értelmezze a címben felsorolt fogalmakat (definíció, jelölés, mértékegység)! Néhány köznapri példa segítségével mutassa be a zárt rendszer fogalmát!

Sorolja fel az űrkutatás fejlődésének legalább két-három fontos állomását! Miért a rakéatechnika teszi lehetővé az űrbe való kijutást? A rendelkezésre álló eszközök segítségével mutassa be a lendületmegmaradás törvényének érvényesülését!

Kísérlet: Kiskocsik rugalmas és rugalmatlan ütköztetése.

Lehetséges feladatok:

- Rugóval felszerelt kiskocsit ütköztessen álló kiskocsinak, ha $m_1 = m_2$, $m_1 = \frac{1}{2}m_2$, $m_1 = 2m_2$! Adjon a tapasztaltakra magyarázatot!
- Gyurmával ellátott kiskocsit ütköztessen csúccsal felszerelt álló kiskocsinak, ha $m_1 = m_2$, $m_1 = \frac{1}{2}m_2$, $m_1 = 2m_2$! Adjon a tapasztaltakra magyarázatot!
- Rugóval szétlökött kiskocsik mozgásának megfigyeléséből igazolja az impulzusmegmaradás tételét!

Eszközök:

- két kiskocsi,
- kiskocsi rugó,
- ütköző csúcs,
- kiskocsi nehezék,
- kiskocsisín,
- mérőszalag vagy vonalzó (ha a sínen nincs centiméter-beosztás).

Vázlat a kidolgozáshoz:

Egy test sebességének és tömegének szorzatát a test lendületének nevezzük.

Jele: I .

Mértékegysége: $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$.

Kiszámítása: $I = m \cdot v$.

A lendület vektormennyiség, iránya a sebesség irányával egyezik meg.

Több, egymással kölcsönhatásban lévő testet rendszernek nevezzük. A rendszerben lévő testek között fellépő erőket belső erőknek nevezzük. A rendszerhez nem tartozó test által a rendszerre ható erőt külső erőknek nevezzük. Ha egy rendszerben lévő testekre csak belső erők hatnak, akkor a rendszert zárt rendszernek nevezzük.

Egy rendszer lendületét az egyes tagok lendületének vektori összege adja meg.

Zárt rendszert alkot például egy csónak a benne utazókkal együtt, az ágyú és a lövedék a kilövés pillanatában.

A rakéta olyan készülék, amelyet a magával vitt üzemanyag elégésénél keletkező gázok gyors kiáramlásakor fellépő reakcióerő hajt előre. A rakéta mozgása az impulzusmegmaradás tételének felhasználásával meghatározható.

A kiáramló üzemanyag sebessége és tömege meghatározza az ismert tömegű rakéta sebességét. A nagyobb sebességek eléréséért többfokozatú rakétát építenek. Ez azt jelenti, hogy mikor az első fokozat üzemanyagkészlete kiegészett, az üzemanyagtartályt leválasztják a rakéta többi részéről. A következő fokozatnak már egy kisebb tömegű rakétát nagy alapsebességről kell tovább gyorsítani. A rakéta azért alkalmas az űrbe való kijutáshoz, mert a ritka levegőben vagy légüres térben is működik.



Az űrkutatás legfontosabb állomásai.

- Az első mesterséges égitest a Szputnyik 1 műhold volt. (1957. Szovjetunió.)
- Az első élőlény Lajka kutya volt. (Szputnyik 2. 1957. Szovjetunió.)
- Az első hírközlési műhold. (1958. USA.)
- A Holdat elsőként elérő Lunyik 2. (1959. Szovjetunió.)
- Az első meteorológiai műhold. (1958. USA)
- Az első űrhajós: Jurij Gagarin. (1961. április 12. Szovjetunió, Vosztok-1).
- Az első ember, aki a Holdra lépett: Neil Armstrong. (1969. USA, Apolló-11).
- Farkas Bertalan magyar űrhajós. (1980. szovjet űrhajón.)

- Columbia űrrepülőgép. (1981. USA.)
- A Naprendszer kutatása – űrszondák. (Voyager-2.)
- Geostacionáris műholdakat 1965-től állítanak pályára.
- Meteorológiai műholdak, távközlési műholdak, navigációs műholdak.

Feladatok elvégzése:

a) A sín hosszának felénél álló kiskocsihoz (m_2 tömegű) ütköztessük a rugóval felszerelt (m_1 tömegű) kiskocsit! Figyeljük meg a kocsik sebességét ütközés előtt és után azokban az esetekben, amikor a két kiskocsi tömege egyenlő, amikor a meg-lökött kiskocsi tömege fele, illetve kétszerese az állóénak!



Tapasztalat: Ha $m_1 = m_2$:

	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	$v = v_1$	$v = 0$
m_2	$v = 0$	$v = v_2, (v_2 = v_1)$

Ha $m_1 = \frac{1}{2}m_2$:

	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	$v = v_1$	$v = -v_1^*, (-v^* < v_1)$
m_2	$v = 0$	$v = v_2, (v_2 < v_1)$

Ha $m_1 = 2m_2$:

	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	$v = v_1$	$v = v_1^*, (v_1^* < v_1)$
m_2	$v = 0$	$v = v_2, (v_2 < v_1)$

Következtetés:

Ha $m_1 = m_2$.

Az impulzusmegmaradás tétele alapján: $m_1 v_1 = m_2 v_2$, amelyből a sebességek egyenlősége adódik: $v_2 = v_1$.

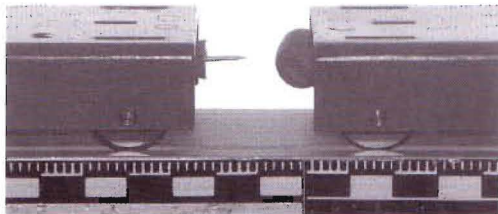
Ha $m_1 = \frac{1}{2} m_2$.

Az impulzusmegmaradás tétele alapján: $m_1 v_1 = m_1(-v_1^*) + m_2 v_2$, ebből a sebességek közötti összefüggés: $v_2 = 0,5 v_1 + 0,5 v_1^*$.

Ha $m_1 = 2m_2$.

Az impulzus-megmaradás tétele alapján: $m_1 v_1 = m_2 v_2 + m_1 v_1^*$, a sebességek közötti összefüggés pedig: $v_2 = 2 v_1 - 2 v_1^*$.

b) Tapasszunk gyurmát az egyik kiskocsi végére, a másikra csatlakoztassuk az ütköző csúcsot! A sín hosszának felénél álló m_2 tömegű kiskocsihoz ütköztessük az m_1 tömegűt úgy, hogy az ütköző csúcs a gyurmába nyomódjon bele! Figyeljük meg a kocsik sebességét ütközés előtt és után azokban az esetekben, amikor a két kiskocsi tömege egyenlő, amikor a meglökött kiskocsi tömege kétszerese, illetve fele az állónak!



Tapasztalat: mindhárom esetben az ütközéskor összetapadnak a kiskocsik, és emiatt ütközés után sebességük megegyezik.

Ha $m_1 = m_2$:

	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	$v = v_1$	$v = v^*$, ($v^* = 0,5 v_1$)
m_2	$v = 0$	$v = v_2$, ($v_2 = 0,5 v_1$)

Ha $m_1 = \frac{1}{2} m_2$:

	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	$v = v_1$	$v = v_1^*$, ($v^* < v_1$)
m_2	$v = 0$	$v = v_2$, ($v_2 < v_1$)

Ha $m_1 = 2m_2$:

	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	$v = v_1$	$v = v_1^*$, ($v_1^* < v_1$)
m_2	$v = 0$	$v = v_2$, ($v_2 < v_1$)

Következtetés:

Ha $m_1 = m_2$.

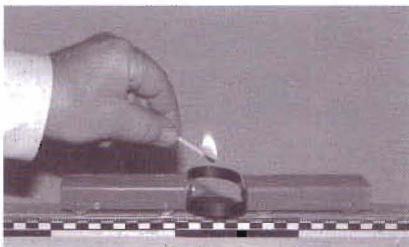
Az impulzusmegmaradás tétele alapján: $m_1 v_1 = m_1 v_1^* + m_2 v_2$, mivel $v_2 = v_1^*$, ezért $v_2 = 0,5 v_1$. Tehát közös sebességük nagysága fele az m_1 tömegű kiskocsi ütközés előtti sebességének.

Ha $m_1 = \frac{1}{2} m_2$.

Az impulzusmegmaradás tétele alapján: $m_1 v_1 = m_1 v_1^* + m_2 v_2$, és mivel $v_2 = v_1^*$, ezért $v_2 = \frac{1}{3} v_1$. Tehát közös sebességük nagysága harmada az m_1 tömegű kiskocsi ütközés előtti sebességének.

Ha $m_1 = 2m_2$.

Az impulzusmegmaradás tétele alapján: $m_1 v_1 = m_2 v_2 + m_1 v_1^*$, és mivel $v_2 = v_1^*$, ezért $v_2 = \frac{2}{3} v_1$. Tehát közös sebességük nagysága kétharmad része az m_1 tömegű kiskocsi ütközés előtti sebességének.



- c) Az összenyomott állapotában cérnával összekötött rugót rögzítsünk az egyik kiskocsi végébe, helyezzük el az 1 m-es vízszintes sínen úgy, hogy a rugó a sín hosszának a felénél legyen! Ezt követően tegyünk fel a sínre még egy kocsit, aminek egyik vége érintkezzen a rugóval! Egy égő gyufaszállal égessük el a rugót összekötő cérnát! Végezzük el a kísérletet azokban az esetekben, amikor $m_1 = m_2$ és $m_1 = 2m_2$!

Tapasztalat: Ha $m_1 = m_2$:

	Szétlökés előtt	Szétlökés után
m_1	$v = 0$	$v = v_1$
m_2	$v = 0$	$v = v_2, (v_2 = -v_1)$

Azaz: a kocsik sebességének nagysága megegyezik, de irányuk különböző.

Ha $m_1 = 2m_2$:

	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	$v = 0$	$v = v_1, (v_1 < v_2)$
m_2	$v = 0$	$v = v_2$

Azaz: a nagyobb tömegű kocsi feleakkora sebességgel halad. Erre abból következtethetünk, hogy amikor a kisebb tömegű kocsi már a sín végéhez ért, a nagyobb tömegű még csak a sín hosszának negyedrészt tette meg.

Következtetés:

Ha $m_1 = m_2$.

Az impulzusmegmaradás tételét alkalmazva, a szétlövés előtt: $\Sigma I = 0$, a szétlövés után úgyszintén: $\Sigma I = 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$, a tömegek egyenlősége miatt: $v_1 = -v_2$.

Ha $m_1 = 2m_2$.

Az impulzusmegmaradás tételét alkalmazva, a szétlövés előtt: $\Sigma I = 0$, a szétlövés után úgyszintén: $\Sigma I = 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$. Illetve a tömegek arányát ismerve:

$\Sigma I = 0 = 2m_2 v_1 + m_2 v_2$, azaz $2v_1 = -v_2$.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Kísérlet elvégzése	8
Mérési adatok rendszerezése, számítások	8
Következtetés	8
Fogalmak pontos ismerete	3×3
Zárt rendszerre példák (legalább kettő)	8
Rakéte technika szerepe az űrkutatásban – indoklás	8
Űrkutatás állomásai (legalább kettő)	2×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

9. tétel

Testre ható erők. Súly, súlytalanság

A tétel megfogalmazása

Értelmezze az erő, a súly és a súlytalanság fogalmát, és alkalmazza az alábbi kísérletre! Mérje meg az előkészített testek súlyát! Ismertesse a pontos mérés módszerét!

Ismertessen egy súlytalanság bemutatására alkalmas kísérletet!

Rajzolja le a testre ható erőket egy nyugalomban és egy mozgásban lévő test esetében! Soroljon fel 2-2 olyan mérőeszközt, amely használható, illetve amely nem használható a súlytalanság körülményei között!

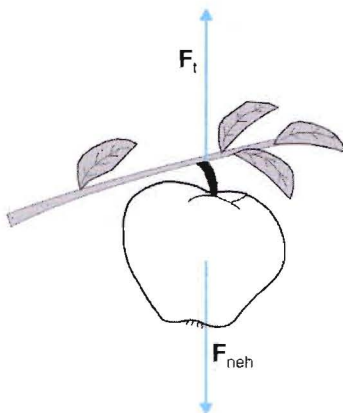
A testek súlyával kapcsolatosan több kísérletet végzett egy magyar fizikus. Ki ő, mit tud a munkásságáról?

Eszközök:

- 2 db különböző méréshatárú erőmérő,
- horoggal (hurokkal) ellátott különböző tömegű testek (az erőmérők méréshatárához igazodva),
- két téglá,
- selyempapírcsíkok,
- pezsgőtablettás doboz, tetején és alján lyuk.

Vázlat a kidolgozáshoz

- Erőnek nevezzük azokat a hatásokat, amelyek képesek egy testen mozgásállapotváltozást előidézni. Az erő jele: F . Mértékegysége: $1\text{N} = 1 \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2}$. 1N az az erő, amely 1 kg tömegű testet $1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulással mozgat. Az erő vektormennyiség (mértékszám, mértékegysége és iránya van). Az erőt legegyszerűbben rugós erőmérővel mérjük.
- Egy testre ható erő legfontosabb jellemzői:



	Irány	Mire hat?	Mi fejtí ki?
F_{neh}	Le	A testre	A gravitációs mező
F_t	Fel	A testre	Az alátámasztás, a felfüggesztés
G	Le	Az alátámasztásra, a felfüggesztésre	A test

- Súlyerőnek, súlynak nevezzük azt az erőt, amellyel a test a felfüggesztésre, vagy alátámasztásra hat. (A nehézségi erő a testre hat, a súlyerő viszont nem a testre, hanem a testet alátámasztó felületre, vagy a felfüggesztő zsinagra.)
- Ha egy testre csak a nehézségi erő hat, és azt hatásában semmi sem gátolja, úgy a test szabadon esik.

Feladatok elvégzése:

Megmérjük a testek súlyát úgy, hogy a mérés során az erőmérők méréshatárát is figyelembe vesszük. Az erőmérő méréshatára a legnagyobb erő, amit az erőmérővel még mérni lehet. (Az erőmérő méréshatára mindig nagyobb vagy meg egyező értékű legyen a test súlyával, de ha a kisebb méréshatárú erőmérővel megmérhető a test súlya, akkor hibának minősíthető a nagyobb méréshatárú erőmérő használata.) Jegyezzük le a testek súlyát! (Például $G_{\text{fa}} = 0,9 \text{ N}$, $G_{\text{vas}} = 2,3 \text{ N}$ stb.)



A helyes mérés módszere:

- Az erőmérőt függesztő karikájánál fogva kell tartani, hogy mérés közben beállhasson függőleges helyzetbe!
- Az erőmérő leolvasásakor mindig a skálára merőlegesen nézzünk!

A súlytalanságra vonatkozó kísérlet ismertetése és magyarázata.

Tapasztalat (1): A két téglá közül, ha azok nyugalomban vannak, nehezen húzható ki a papírszalag, esetleg el is szakad. A téglák szabadon esése közben a papírszalag könnyedén kicsúszik.

Következtetés (1): A testek nyugalmi állapotukban nyomják az alátámasztási felületet, súlyuk van, a felső téglá nyomja az alsót, egyben a papírcsíkot is. Szabadesés közben viszont súlytalansági állapotba kerülnek a testek, ekkor a felső téglá nem nyomja az alatta lévő, a papírcsíkot sem.

Tapasztalat (2): Töltsük fel a dobozt vízzel, fogjuk be ujjunkkal a tetején lévő lyukat, emeljük fel, majd a nyílást tegyük szabaddá! A víz kifolyik a doboz alsó nyílásán.

Töltsük fel vízzel ismét a dobozt, fogjuk be ujjunkkal a tetején lévő lyukat, álljunk fel egy székre vagy asztalra, és a lyuk szabaddá tételével egy időben ejtsük le! Esés közben víz nem folyik a dobozból.

Következtetés (2): A doboz nyugalmi állapotában a folyadék súlyából származó hidrosztatikai nyomás az oka, hogy a víz kifolyik a dobozból. Szabadesés közben a testek súlytalanok, így a dobozban lévő víz is, tehát hidrosztatikai nyomás sincs.

Tapasztalat: (3) Súlytalan a Föld körül keringő űrhajóban az űrhajós.

Magyarázat: (3) Csak a gravitációs erő hat rá.

Tapasztalat: (4) Szabadon eső liftben „állva” a mérleg nem mutat erőt.

Magyarázat: (4) Az utas nem nyomja a mérleget.

- Mérőeszközök, amelyek a súlytalanság állapotában
használhatók *nem használhatók*
 stopperóra ingaóra
 ampermérő karos mérleg
 higanyos hőmérő erőmérő nehézségi erő mérésére.

Eötvös Loránd élete és munkássága.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Mérés elvégzése	7
Egy kísérlet ismertetése (súlytalanságra)	8
Pontos mérés módszere	6
Fogalmak pontos ismerete, erő, súly, súlytalanság	3×4
Testre ható erők rajzai	2×4
Mérőeszközök felsorolása	8
Eötvös Loránd élete és munkássága	6
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

10. tétel

Newton törvényei

A tétel megfogalmazása

A rendelkezésre álló eszközökkel a törvények illusztrálására végezze el a kitűzött feladatot!

Rajzolja le az elvégzett kísérleteket a fellépő erők jelölésével!

Ismertesse Newton I., II., III., IV. törvényét, és mondjon rá gyakorlati példát is!

Fejtse ki néhány mondatban Newton tudománytörténeti jelentőségét!

Kísérlet: Kísérlet végzése, elemzése a tehetetlenség törvényére, a test mozgásállapot-változására és a testek kölcsönhatására!

Kitűzött feladatok:

a) Mutasson be két kísérletet a tehetetlenség törvényére, majd elemezze!

Mutassa be kísérlettel, majd elemezze a lejtőn legördülő, majd vízszintes kifutón tova futó kiskocsi (golyó) mozgásállapot-változását!

b) Igazolja kísérlettel a testre ható erők egyensúlyát a lejtőn nyugalomban lévő kiskocsi esetében! Elemezze az elkészített vázlatra rajzon az erők egyensúlyát!

Eszközök:

- üvegpohár,
- gyufaskatulya,
- 30 cm-es favonalzó,
- papírcsík (kb. 5×30 cm-es),
- négyzet alakúra kivágott kartonlap (a pohár szájának átmérőjétől kb. 2 cm-rel nagyobb),
- pénzérme,
- lejtős sín,
- kiskocsi,
- erőmérő.

Vázlat a kidolgozáshoz

Feladatok elvégzése:

- a) Asztallapon gyufaskatulya, rajta üveg pohár, mellette az asztalon egy favonalzó.
Az üveg pohár alól ki kell venni a gyufaskatulyát úgy, hogy kézzel nem érintjük sem azt, sem a poharat. Megoldás: a vonalzóval, gyors mozdulatot végezve kiütjük a skatulyát a pohár alól.

Tapasztalat: A pohár, miközben kiütöttük alóla a gyufaskatulyát, szinte meg sem mozdult (függőleges elmozdulásától eltekintve).

Következtetés: A pohár (viszonylag nagy tömegű test) a mozgást nem képes átvenni, mert a súrlódási erő, ami gyorsítaná, igen rövid ideig hat.



Az asztal szélén a papírcsík egyik végére tesszük a poharat. Úgy kell kihúzni a papírcsíkot a pohár alól, hogy ez utóbbi ne mozduljon meg. Megoldás: gyors mozdulattal kirántjuk a papírcsíkot a pohár alól.

Tapasztalat: A pohár, miközben kirántottuk alóla a papírcsíkot, láthatóan meg sem mozdult.

Következtetés: Hasonló, mint az első esetben.

Az asztalon elhelyezett pohár tetejére tesszük a kartonlapot, arra pedig a pénzérmét. Feladat: úgy bejuttatni a pénzérmét a pohárba, hogy a kartonlapot nem foghatjuk meg. Megoldás: a kartonlapot kipöcköljük a pénzérme alól.

Tapasztalat: A pénzérme, miközben kipöcköltük alóla a kartonlapot, beleesett a pohárba.

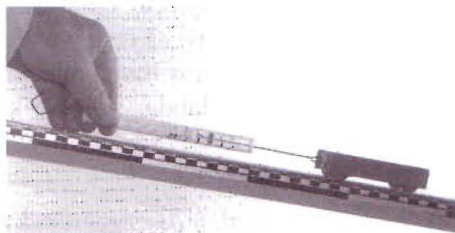
Következtetés: Ugyanaz, mint az előző esetben.

Állítsuk be a lejtőszöveget kb. $3-5^\circ$ -osra! (Biztosítsuk az összeállításnál a kiskocsi (golyó) lejtő utáni vízszintes úton való tovahaladását!) Engedjük le a kiskocsit (golyót) a lejtőn!

Tapasztalat: A lejtőn legördülő kiskocsi (golyó) egyenletesen gyorsuló mozgást végez a lejtőn, majd a vízszintes kifutón a lejtőn elért sebességével, egyenletes mozgással halad tovább.

Következtetés: A lejtőn a kiskocsira ható erők eredője nem zérus, az eredő erő a lejtő síkjával párhuzamosan lefelé mutat, így a dinamika alapegyenlete a kiskocsira (golyóra) így írható fel: $m \cdot a = F_e$, amely szerint a kiskocsi (golyó) gyorsuló mozgást végez. A lejtőt követő vízszintes szakaszon a kocsira (golyóra) ható erők eredője zérus, ennélfogva (ami következik a dinamika alapegyenletéből) a gyorsulás is zérus, tehát a test egyenletes mozgást végez. (A fenti gondolatmenetben eltekintettünk a súrlódástól, úgy végeztük a vizsgálatot, mintha súrlódási erő nem létezne. A valóságban a súrlódási erő fékezi a mozgást.)

b) A kb. 10° -os lejtőn, a lejtő síkjával párhuzamosan felfelé irányuló erővel tartunk egyensúlyban egy kiskocsit! Az erőt erőmérő közbeiktatásával fejtjük ki, így mérhetővé tesszük.



Tapasztalat: A kiskocsi egyensúlyban (nyugalomban) van.

Következtetés: A kiskocsira ható erők eredője zérus.

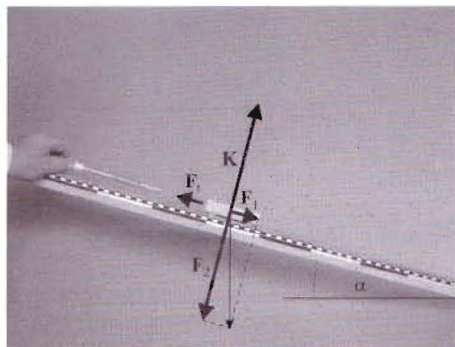
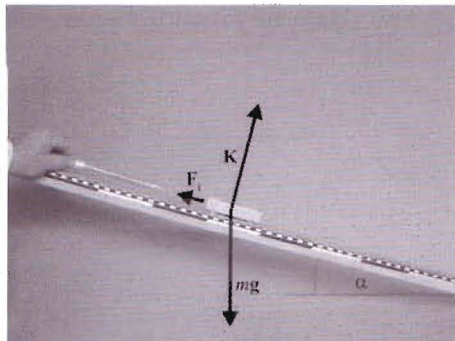
Elemzés:

A kiskocsira három erő hat (a kerekre ható súrlódási erőtlől eltekintünk, úgy járunk el, mintha nem lenne súrlódás): az mg nehézségi erő, a lejtő részéről a \mathbf{K} kényszererő (nyomóerő) és az erőmérő által kifejtett (mért) \mathbf{F}_h húzóerő.

Mérési eredmény: $F_h = 0,18 \text{ N}$.

Az mg erő felbontható két, egymásra merőleges, a lejtővel párhuzamos (\mathbf{F}_1) és a lejtőre merőleges (\mathbf{F}_2) összetevőre. Minthogy a \mathbf{K} és \mathbf{F}_2 egyenlők, de ellentétes irányúak, eredőjük zérus. Ugyanez kell, hogy fennálljon az \mathbf{F}_h és az \mathbf{F}_1 kapcsolatára ahhoz, hogy a kiskocsi nyugalomban maradjon.

Másképpen fogalmazva: K és mg eredője egyenlő nagyságú, de ellentétes irányú F_1 -vel.

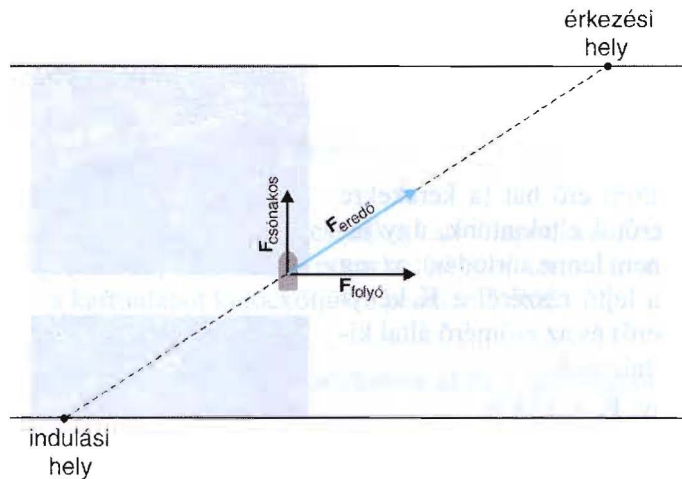


Newton-törvények pontos megfogalmazása:

- I. *Tehetelenség törvénye*: Minden test nyugalomban van vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez mindaddig, amíg más test vagy mező mozgásállapotát meg nem változtatja. (Például járműben hirtelen fékezéskor előre bukunk.)
- II. *Dinamika alaptörvénye*: A testre ható erők nagysága egyenlő a test tömegének és a gyorsulás nagyságának a szorzatával, iránya pedig megegyezik a test gyorsulásának irányával. $F = m \cdot a$. (Például lejtőn mozgó test.)
- III. *Kölcsönhatás törvénye*: Két test kölcsönhatása során mindkét testre azonos nagyságú, egy egyenesbe eső, egymással ellentétes irányú erő hat. (Például Hérón-labda, Segner-kerék.)



- IV. *Az erők zavartalan összegzésének elve*: A pontszerű testre egy időben ható erők eredője megegyezik az egyes kölcsönhatásokból származó erők vektori összegével. (Ha a folyópartra merőlegesen evezünk, akkor a partot érést az ábra mutatja.)



Newton élete és munkássága.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Kísérlet elvégzése	10
Erőhatások megnevezése	6
Erőhatások lerajzolása	8
Következtetése	6
A törvények elmondása	12
Gyakorlati példa a törvényekre	8
Newton munkássága	5
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

11. tétel

Súrlódás és közegellenállás

A tétel megfogalmazása

Ismertesse a címben szereplő jelenségeket!

Az alábbi kísérletek közül egyet végezzen el, és rajzolja le a fellépő erőket!

1. Méréssel igazolja, hogy a súrlódási erő függ a felületeket összenyomó erőtől és a felületek minőségétől!
2. Mutassa be méréssel, hogy egy testnek a vízszintes felületen történő, felülettel párhuzamos elmozdításához szükséges erő nagyobb, mint a test egyenletes mozgásához kifejtett erő! Elemezze a kapott eredményeket!
3. Méréssel igazolja, hogy a közegellenállás befolyásolja a testek mozgását!

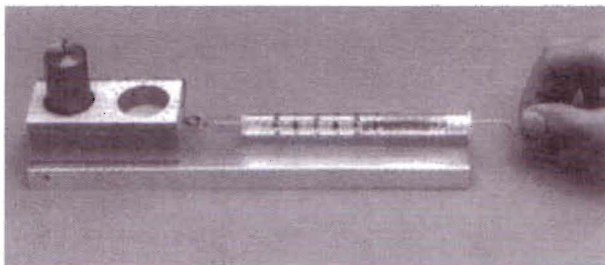
Hasonlítsa össze a tapadási súrlódás és a csúszási súrlódás jelenségét!

Mondjon 3-3 példát a súrlódás hasznos, illetve káros voltaára!

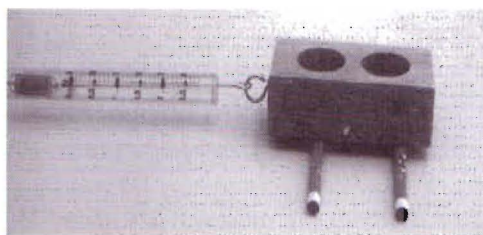
Eszközök:

- horoggal rendelkező fahasáb (mechanikai taneszközkészlet tartozéka),
- két akasztós rézhenger (mechanikai taneszközkészlet tartozéka),
- különböző vízszintes felületek,
- erőmérő,
- kiskocsi,
- vitorla,
- stopperóra.

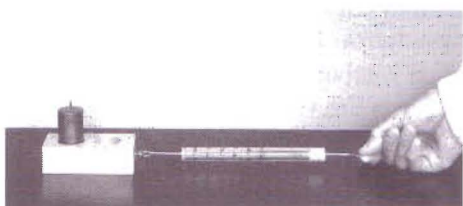
Vázlat a kidolgozáshoz



Az egymással érintkező, egymáshoz képest mozgó testek között fellépnek olyan erőhatások, amelyek ellentétes irányúak a viszonylagos sebességgel. Ezek az erők a csúszási súrlódási erő, a gördülési ellenállás és a közegellenállás.



A csúszási súrlódási erő egyenesen arányos a felületeket összenyomó erővel, és függ a testek felületi és anyagi minőségétől.



Az olyan testek között, amelyeket valamilyen erő egymáshoz szorít, de egymáshoz képest nem mozdulnak el, tapadási súrlódási erő léphet fel.

Feladatok elvégzése:

1. A hasábot erőmérővel egyenletesen húzzuk. Egyenletes mozgás esetén a húzóerő egyenlő a súrlódási erővel. Megmérjük a súrlódási erőt a hasáb kisebb, majd nagyobb terhelésénél, azután ugyanakkora terheléssel (egy rézhenger), de sima asztallapon, illetve kartonlapon mozgatva. A mérési eredményeket feljegyezzük.

Tapasztalatok:

Terhelés	Súrlódási erő (N)
Egy henger	0,7
Két henger	1,3

Felület	Súrlódási erő (N)
Sima asztallap	0,8
Kartonlap	1,4

Következtetések: A súrlódási erő függ a felületeket összenyomó erőtől és a felületek minőségétől.

2. A hasábot két rézhengerrel megterheljük, majd erőmérővel húzva megmérjük, mekkora erő szükséges a hasáb elindításához, mekkora az egyenletes mozgáshoz.

Tapasztalat:

Állapot	Súrlódási erő (N)
Megindítás	2,2
Egyenletes mozgás	1,2

Következtetés: A mérések azt igazolják, hogy a tapadási súrlódási erő nagyobb a csúszási súrlódási erőnél, következésképpen ugyanazon felületek esetében a tapadási súrlódási együttható (μ_t) nagyobb a csúszási súrlódási együtthatónál (μ).



3. Vizsgáljuk meg, hogy a kiskocsi lejtőn való mozgását miként befolyásolja a kiskocsira felszerelt vitorla! Először vitorla nélkül, majd vitorlával felszerelt állapotban engedjük le a kiskocsit a lejtő ugyanazon pontjáról kezdősebesség nélkül, és mérjük mindkét esetben a legördülési időt! A lejtő szögét $2-3^\circ$ értékre válasszuk meg!

Tapasztalat: (Lejtőszög: 3°)

Állapot	Lefutási idő (s)
Vitorla nélkül	6,0
Vitorlával	6,6

Következtetés: A kiskocsi vitorlával hosszabb idő alatt ér le a lejtőről, tehát kisebb sebességre gyorsul fel. A testek mozgását a közegellenállásból származó, ún. közegellenállási erő fékezi. Minél nagyobb a testnek a mozgás irányára merőleges kiterjedése (homlokfelülete), annál nagyobb a közegellenállási erő.

Példák a súrlódás káros voltára: gépek mozgó alkatrészei (kopás), korcsolyázás (a súrlódás fékezi a mozgást), szennyeződés (por tapad a ruhára, bőrre).

Példák a súrlódás hasznos voltára: járás (súrlódás nélkül nem tudnánk lépkedni), írás (a toll vagy ceruza nyomot hagy a papíron), bordázott kerék (fékezéskor nagyobb súrlódási erő lép fel), festés (az ecsetből a festék a felületen marad).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Súrlódás és jellemzése	7
Közegellenállás és jellemzése	7
Kísérlet elvégzése	8
Mérés	9
Következtetés	8
Tapadási és csúszási súrlódás értelmezése	6
Súrlódás káros és hasznos volta	10
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

12. tétel

Pontszerű és merev test egyensúlya

A tétel megfogalmazása

Mondjon legalább 2-2 konkrét példát arra, hogy egy testet pontszerűnek vagy merevnek tekintünk!

Ismertesse a pontszerű és merev test egyensúlyi helyzetének feltételeit!

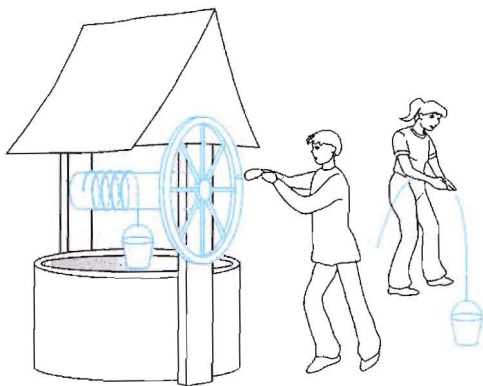
A két kísérlet közül válasszon egyet, végezze el, és rajzolja le a fellépő erők jelölésével!

Kísérlet (1): Létesítsen emelőn egyensúlyt, igazolja a forgatónyomatékok egyenlőségét!

Kísérlet (2): Állítson össze a rendelkezésre álló eszközök felhasználásával egy álló- és egy mozgócsigát! Elemezze működésüket!

Ismertesse az ábrán látható kerekcsút működését!

Ki volt az ókori tudós, akinek a nevéhez több egyszerű gép megalkotása fűződik? Ismertesse munkásságát!



Eszközök:

- erőmérő,
- lyukas karú emelő,
- 0,5 N súlyú akasztós nehezékek,
- csiga,
- erős zsinór,
- állvány szorítódíóval, kereszttrúddal.

Vázlat a kidolgozáshoz

Példák arra, hogy a testet pontszerűnek tekintjük (a test kiterjedése nem lényeges a vizsgálat szempontjából): labda repülés közben, Föld a napkörüli pályán, lejtőn lecsúszó szánkó.

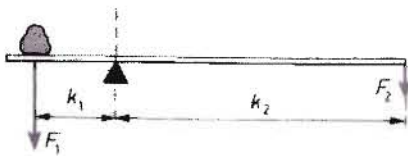
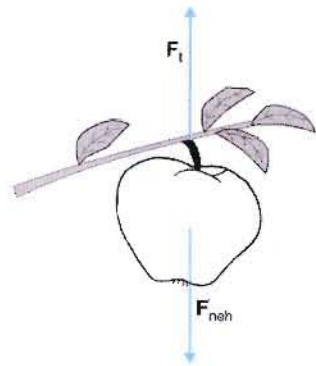
Példák arra, hogy a testet merev testnek tekintjük (a test kiterjedésétől nem tekinthetünk el, de alakja állandónak tekinthető): Föld tengelykörüli forgás vizsgálatakor, emelő működés közben, láda felemelés, felbillenés közben.

A pontszerű test akkor van egyensúlyban, ha a testre ható erők vektori összege nulla.

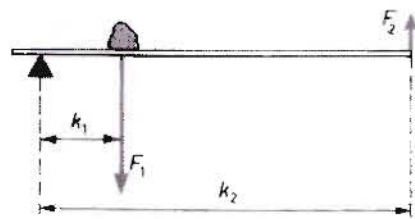
Az erőkar az erő hatásvonalának és a forgástengelynek a távolsága.

A merev test akkor van egyensúlyban, ha a testre ható erők vektori összege nulla, és a testre ható erők forgatónyomatékainak összege is nulla.

Az erő és az erőkar szorzataként meghatározott fizikai mennyiséget forgatónyomatéknak nevezzük.



Egyoldalú emelő



Kétoldalú emelő

Feladatok elvégzése:

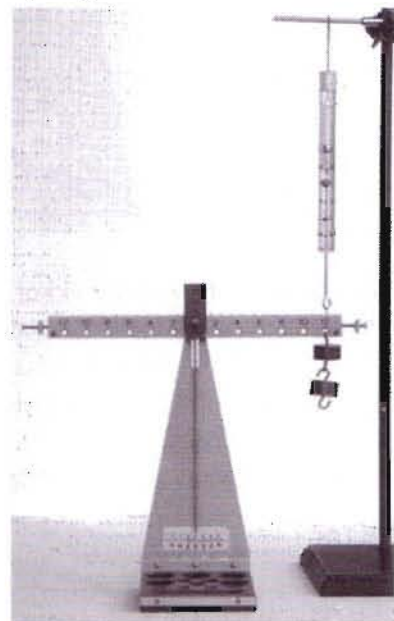
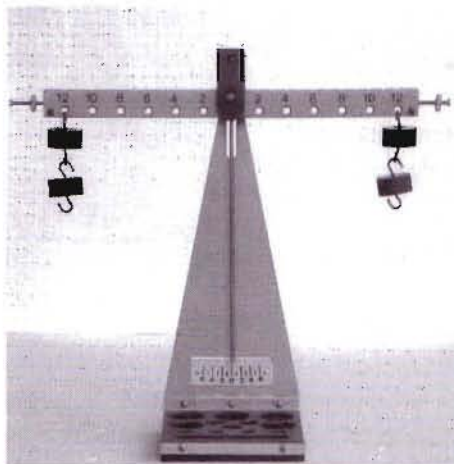
a) Állítsunk össze a lyukas karú emelőn az akasztós nehezekek felhasználásával olyan egyensúlyokat, amelyek eleget tesznek az alábbi kívánalmaknak:

$$F_1 = F_2, \quad F_1 < F_2, \quad F_1 > F_2.$$

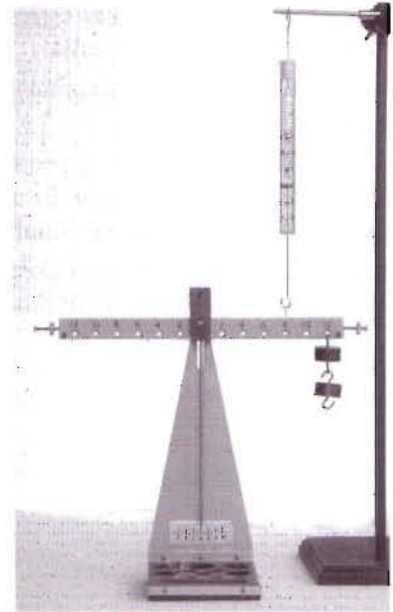
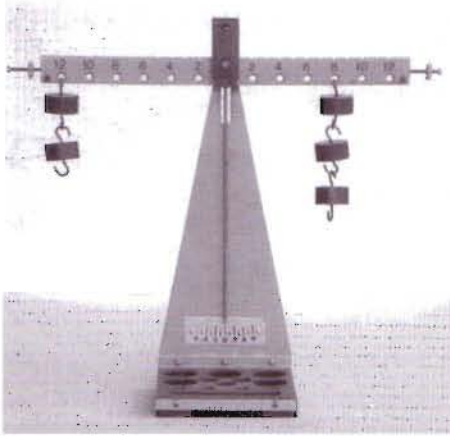
Megoldás (egy-egy példával):

Az emelő bal oldalán az F_1 erő, a jobb oldalán az F_1 -et kiegyensúlyozó F_2 erő hat.

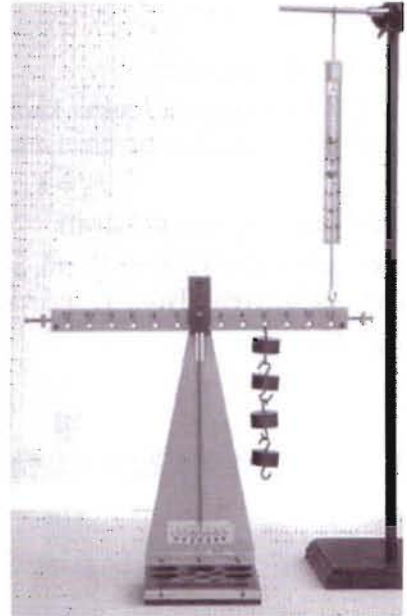
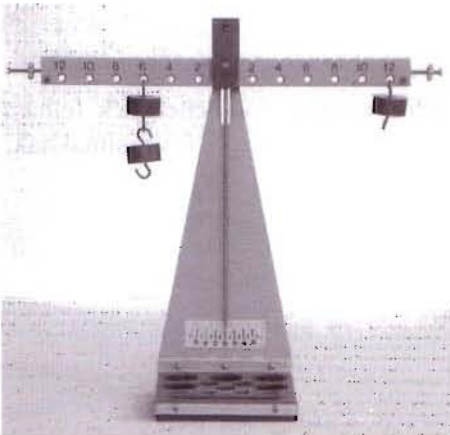
$$F_1 = F_2,$$



$$F_1 < F_2,$$



$$F_1 > F_2,$$



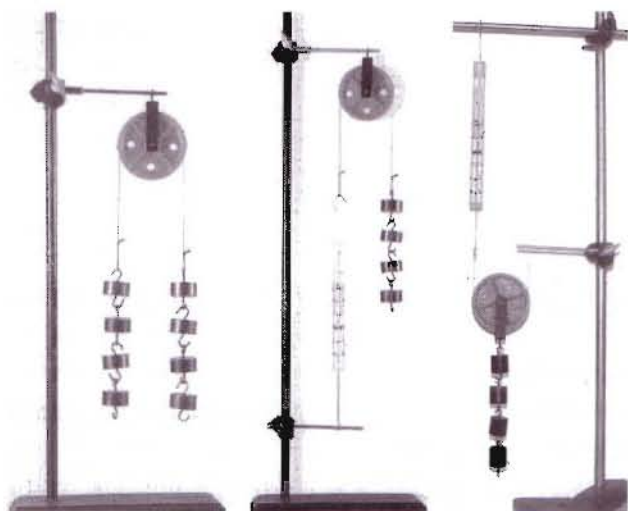
Következtetés: Egyensúly akkor áll fenn, ha az ellentétes értelmű forgatónyomatékok egyenlők:

$$F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2.$$

Az itt bemutatott megoldás a sok lehetséges jó válasz közül az egyik.

b) Állítsunk össze egy-egy kísérletet az álló és a mozgócsigára, majd létesítsünk rajtuk egyensúlyt! Elemezzük működési elvüket, gyakorlatban való felhasználásuk célját!

Tapasztalat: Az állócsiga segítségével a testet ugyanakkora erővel tudjuk egyensúlyban tartani, mint a test súlya. Mozcósigával a testet feleakkora erővel tudjuk egyensúlyban tartani, mint amekkora a test súlya. (A test súlyához hozzáadódik a csiga súlya is!)



Következtetés: Állócsigával pusztán az erő irányát változtatjuk meg (például építkezésnél egy vödör betonnak a tetőre való feljuttatása nehezebb és balesetveszélyesebb annak, aki odafent állva akarja felhúzni, mint annak, aki odalentről állócsiga segítségével húzza fel). Mozcócsiga alkalmazásával megkétszerezhető a kifejtett erő, viszont az erő kifejtés oldalán kétszer nagyobb úton mozdul el a kótel, mint maga az emelendő teher.

A kerekcs kút és működése: Azonos tengelyre szerelték a hengert és a kerekcs. A henger sugara kisebb mint a kerekcs sugara. A hengerre tekercsd fel a lánc, amelyen a vödör van. A kerekcsen vagy annak egy sugár hosszúságú rúdján van egy hajtófogantyú. Mivel ez nagyobb mint a henger sugara, a kifejtett erő kisebb lehet mint a vödör súlya.

Arkhimédész élete és munkássága.

Javasolt értékelési útmutató

Tartalom	Pontszám
Konkrét példák felsorolása	12
a) Kísérlet bemutatása	
3 eset létrehozása	3×4
Következtetés, magyarázat	8
b) Kísérlet bemutatása	
állócsiga	10
mozgócsiga	10
Vektorábrák (mindkét kísérlet esetében)	10
Kerekcs kút működése	8
Arkhimédész megnevezése, eredményei	6
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

13. tétel

Munka és energia

A tétel megfogalmazása

Ismertesse a címben megadott fogalmakat, jelölésükkel és mértékegységükkel együtt!

Sorolja fel az ismert munkafajtákat és energiatípusokat!

Mutassa be a mechanikai energiamegmaradás törvényét egyszerű példán keresztül!

Néhány mondatban ismertesse Joule munkásságát!

Az alábbi kísérletek közül válasszon egyet, végezze el és értelmezze!

1. Végezzen mérőkísérletet a súrlódási erő ellenében végzett munka kiszámítására!
2. Végezzen mérőkísérletet az emelési munka kiszámítására!
3. Határozza meg a rugó megnyújtásakor végzett munkát!

Eszközök:

- kampós fahasáb, terhelő fémhengerekkel,
- erőmérő,
- mérőszalag,
- 0,5 N súlyú akasztós nehezékek,
- rugó,
- satu.

Vázlat a kidolgozáshoz

A fizikai értelemben és a köznapi értelemben vett munka jelentése nem ugyanaz. Fizikában az erő munkája az erő és az erő irányában történő elmozdulás szorzata. Jele: W .

Számítása: $W = F \cdot s$.

Mértékegysége: $1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ J}$.

Az energia munkavégző képesség.

Jele E .

Mértékegysége: J.

A munka és az energia nagyon szoros kapcsolatban lévő fogalmak, de nem azonosak. Az energia a test egy állapotát jellemzi, a munka pedig két állapot közti folyamatot ír le.

Munkafajták

Emelési munka

Súrlódási munka

Gyorsítási munka

Rugó megnyújtásakor végzett munka

Elektromos mező által végzett munka

Mágneses mező által végzett munka

Tágulási munka

Energiafajták

Helyzeti energia

Mozgási energia

Rugalmas energia

Elektromos energia

Mágneses energia

Termikus energia

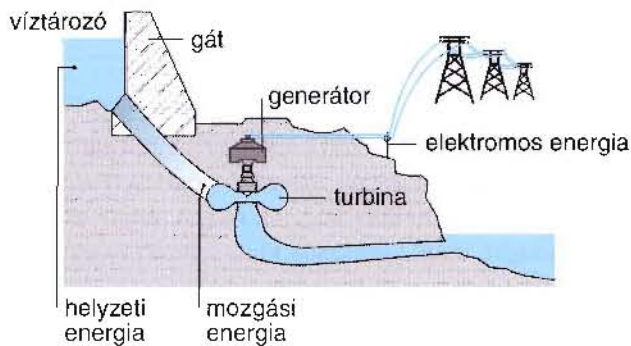
Például egy szabadon eső test helyzeti és mozgási energiájának összege állandó. A kezdeti energia alakul át mozgási energiává.

Helyzeti energia: $m \cdot g \cdot h$

mozgási energia: $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$.

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot g^2 \cdot \frac{t^2}{g} = \frac{1}{2} g \cdot t^2. \text{ Ez éppen a } t \text{ ideig szabadon eső test által megtett út.}$$



Feladatok elvégzése:

1. Húzzuk az asztalon erőmérővel a megterhelt fahasábot! MÉRJÜK a húzás közbeni átlagerőt és a megtett távolságot! A mérési adatokat rögzítsük, és számítsuk ki a végzett munkát!



Tapasztalat (mérési, számítási eredmények):

Kifejtett erő (N)	Megtett út (m)	Végzett munka (J)
1,6	0,5	0,8

Számítás:

$$W = F \cdot s = 1,6 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m} = 0,8 \text{ J.}$$

2. Egy 2 N súlyú nehezéket juttassunk el a padlóról a két méterrel odébb álló asztalra, majd számítsuk ki az eközben végzett emelési munkát!

Tapasztalat (mérési, számítási eredmények):

Kifejtett erő (N)	Emelési magasság (m)	Végzett munka (J)
2	0,85	1,7

Számítás:

$$W = F \cdot h = 2 \text{ N} \cdot 0,85 \text{ m} = 1,7 \text{ J.}$$

3. Fogassuk be a rugó egyik végét az asztal szélére felszerelt satuba úgy, hogy a rugót majd vízszintes irányban nyújtsuk! Az erőmérő közbeiktatásával nyújtsuk meg a rugót (a rugalmassági határon belül!), mérjük meg a megnyúlás hosszát, és az ehhez kifejtett erő nagyságát, majd számítsuk ki a végzett munkát!



Tapasztalat (mérési, számítási eredmények):

Kifejtett erő (N)	Megnyúlás (m)	Végzett munka (J)
2,5	0,04	0,05

Számítás:

Az erő és a megnyúlás egyenesen arányos, ezért az átlagerő $\frac{F}{2}$.

$$W = \frac{F \cdot x}{2} = \frac{2,5 \text{ N} \cdot 0,04 \text{ m}}{2} = 0,05 \text{ J.}$$

Joule munkássága.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Munka definíciója, munkafajták felsorolása	8
Energia definíciója, energiatípusok felsorolása	8
Kísérlet elvégzése	8
Mérés	8
Számítás elvégzése	8
Energiamegmaradás megmutatása egy példán	8
Joule munkásságának ismertetése	7
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

14. tétel

Az energiamegmaradás törvénye, teljesítmény és hatásfok

A tétel megfogalmazása

Ismertesse a címben megadott fogalmakat (jelöléssel, mértékegységgel együtt)! Soroljon fel három olyan technikai berendezést, amelynek ismeri körülbelüli teljesítményét vagy a hatásfokát!

Válasszon egyet az alábbi feladatok közül:

1. Elemezze a lejtőn legördülő kiskocsi (golyó) energiaváltozását! Fejtse ki, hogy mikor milyen energiákkal rendelkezik a kiskocsi (golyó)!
2. Mutassa be, a kiskocsi lejtőn való felhúzásával, hogy ugyanazt a munkát különböző nagyságú teljesítménnyel is el lehet végezni!

Eszközök:

- kiskocsi terhelő testtel,
- erőmérő,
- mérőszalag,
- kiskocsisín (lejtő).

Vázlat a kidolgozáshoz

Energiamegmaradás törvénye: Két test kölcsönhatása közben az egyik test energiája ugyanannyival nő, mint amennyivel a másik test energiája csökken. Az energiaváltozás jele ΔE , mértékegysége J.

Teljesítmény: Az energiaváltozás és a hozzátartozó időtartam hányadosa (a munkavégzés sebessége). Jele P , mértékegysége $\frac{J}{s} = W$.

Hatásfok: Az energiaváltozással járó folyamatokat a gazdaság szemszögéből nézve a hasznos energiaváltozás és az összes energiaváltozás összehasonlítása alapján ítéltjük meg. Ezért ennek a kettőnek a hányadosát hatásfoknak nevezzük. Jele η (éta), mivel arányszám, ezért mértékegység nélküli, százalékban fejezzük ki. $\eta < 100\%$.

Feladatok elvégzése:

1. Engedjük le nyugalmi helyzetből a kiskocsit (golyót) a lejtőn! A lejtő tetején, amíg nincs mozgásban a test, csak helyzeti energiája van. Ahogy halad a lejtőn lefelé, a h magasság csökkenésével egyre kisebb lesz a helyzeti energiája, de a hely-

zeti energia csökkenésének mértékével nő a mozgási energia. A kettő összege mindig ugyanakkora. A lejtő alján már csak mozgási energiával rendelkezik.

A lejtő tetején: $E = E_h = mgh$,

A lejtőn: $E = E_h + E_m = mgh + \frac{1}{2}mv^2$,

A lejtő aljában: $E = E_m = \frac{1}{2}mv_0^2$.

Tapasztalat (mérési, számítási eredmények):

	A test lejtőn való magassága (m)	A test tömege (kg)	Helyzeti energia $m \cdot g \cdot h$ (J)	Mozgási energia $E - E_h$ (J)
A lejtő tetején	0,30	0,2	0,6	0,0
A lejtőn	0,15	0,2	0,3	0,3
A lejtő aljában	0,00	0,2	0,0	0,6

2. Húzzuk fel a 200 g-mal megterhelt kiskocsit a lejtőn egyenletesen mozgatva, de különböző sebességekkel!

Tapasztalat: 1 m hosszan, 20°-os lejtőn mozgatva (mérési, számítási eredmények):

Kifejtett erő (N)	Elmozdulás nagysága (m)	Munkavégzés nagysága (J)	Munkavégzés ideje (s)	Teljesítmény nagysága (W)
≈ 1	1	1	4	0,250
≈ 1	1	1	8	0,125

Számítás (az első esetre):

$$P_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{1\text{J}}{4\text{s}} = 0,25 \text{ W},$$

$$P_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{1\text{J}}{8\text{s}} = 0,125 \text{ W}.$$

Következtetés:

Eszerint a munkavégzés teljesítménye annál nagyobb, minél rövidebb idő alatt végezzük el ugyanazt a munkát.

Technikai berendezés	Teljesítmény	Hatásfok
Gőzmozdony		10%
Televízió	95 W	
Vasaló	1000 W	
Transzformátor		95%
Izzó (háztartási)	15 W–100 W	5%



Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Kísérlet elvégzése	8
Mérés elvégzése	8
Tapasztalat megfogalmazása	8
Energia fogalma, energiamegmaradás	10
Hatásfok fogalma és jelölések	8
Teljesítmény fogalma és jelölések	8
Gyakorlati példa	5
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

15. tétel

Állapotjelzők, termodinamikai egyensúly

A tétel megfogalmazása

Ismertesse a gázok állapotjelzőit jelölésükkel és mértékegységükkel együtt!

Értelmezze a gáz nyomását és hőmérsékletét a gázrészecskék nyomásával!

Mit értünk termodinamikai egyensúlyon?

Mutassa be a hideg és a meleg víz termikus kölcsönhatását! A mérési adatok felhasználásával készítsen grafikont a hideg víz melegedésének és a meleg víz hűlésének időbeni változásáról!

Ismertesse a hőmérsékleti skálákat és azok kapcsolatát! A hőmérsékleti skálán helyezze el az alábbi jelenségeket: A Nap felszíne, a wolfrám megolvad, a vas megolvad, a víz forr, a víz megfagy, a levegő cseppfolyós lesz, az abszolút nullapont!

Eszközök:

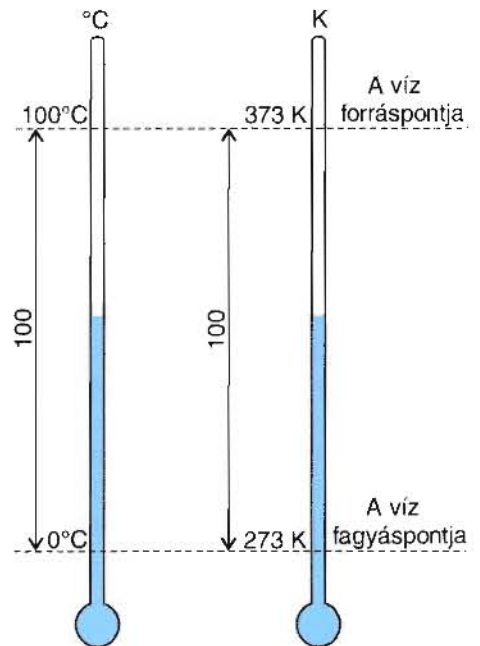
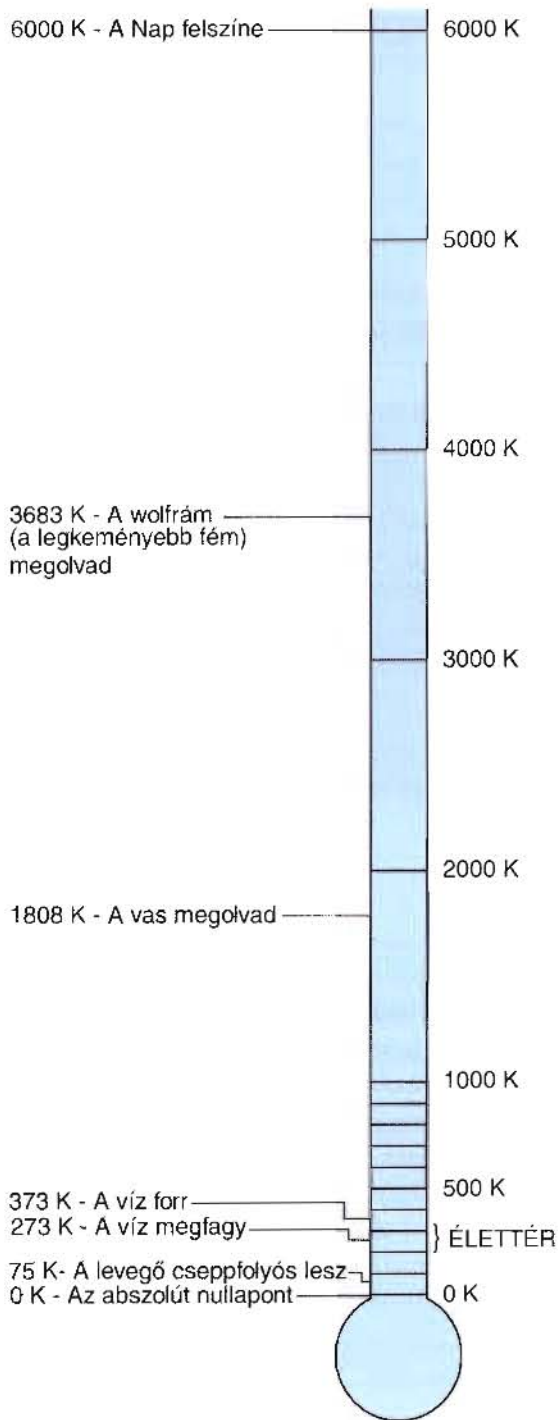
- 250 cm³-es és 100 cm³-es főzőpohár,
- két vízhőmérő,
- borszeszegő vasháromlábbal, fémráccsal (vagy más vízmelegítő készülék),
- stopperóra.

Vázlat a kidolgozáshoz

Gázok állapotjelzői: p , V , T , n , N . (tankönyvek alapján)

Termodinamikai egyensúly akkor jön létre, ha a termikus kölcsönhatás következtében a rendszer és környezete kiegyenlítődik (azonos lesz).

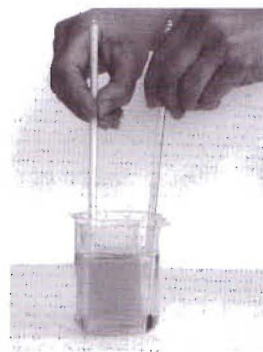
A gáz nyomása annak következtében jön létre, hogy a részecskék rendezetlen hőmozgásuk következtében ütköznek az edény falának, így erőt fejtenek ki rá. A gázrészecskék a hőmozgás következtében mozgási energiával rendelkeznek. Minél nagyobb az átlagos mozgási energiájuk, annál magasabb a hőmérséklet.



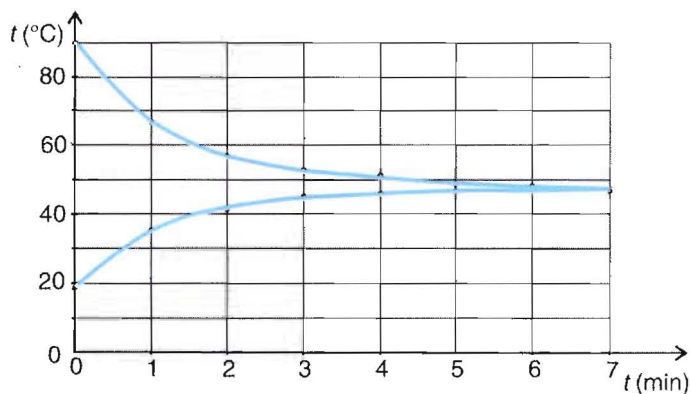
A kísérlet elvégzése:

Mindkét pohárba 100-100 cm³ vizet töltünk, és a kisebbik pohár vizet felmelegítjük kb. 90-95° C-ra. Hőmérőt helyezünk a poharakba, és megmérjük a kezdeti hőmérsékleteket. Ezt követően a kisebb poharat behelyezzük a nagyobbba, és a hőmérőkkel óvatosan, állandóan kevergetve a vizet, percenként leolvassuk a hőmérők által mutatott értékeket.

A mért adatokat rögzítjük, majd grafikonon ábrázoljuk a melegedési és hűlési görbét.

*Tapasztalat:*

t (min)	0	1	2	3	4	5,0	6	7
t_1 °C	19	35	41	45	46	46,5	47	47
t_2 °C	90	67	57	53	51	49,0	48	47



Következtetés: A poharakban lévő víz hőmérséklet-változása mindaddig tart, amíg létrejön a hőmérséklet-kiegyenlítés (termodinamikai egyensúly).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Állapotjelzők ismertetése	10
Termodinamikai egyensúly értelmezése	4
Kísérlet elvégzése	8
Mérés, adatok rögzítése	8
Tapasztalat	6
Grafikon elkészítése	8
Celsius-, Kelvin-skála	6
Jelenségek elhelyezése	5
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

16. tétel

Állapotegyenletek, gáztörvények

(A középszintű érettségi követelményen túlmutat)

A tétel megfogalmazása

Sorolja fel a gázok állapotjelzőit (név, jel, mértékegység, jelentés)! Melyek a speciális gáz-állapotváltozások? Melyiket milyen összefüggés írja le?

Melde-cső segítségével igazolja a Boyle–Mariott-törvényt!

A külső légnyomás $p_0 = 101\,750$ Pa.

Lehetséges feladat:

Mérje meg különböző szögű csőállások esetén a Melde-csőbe a higanyoszál által bezárt levegő nyomását és térfogatát! Határozza meg az összetartozó nyomás és térfogat szorzatait!

Eszközök:

- Melde-cső,
- barométer,
- 30–60°-os táblai derékszögű vonalzó,
- mérőszalag (abban az esetben, ha a Melde-cső alatt nincs centiméter-beosztás).

Vázlat a kidolgozáshoz

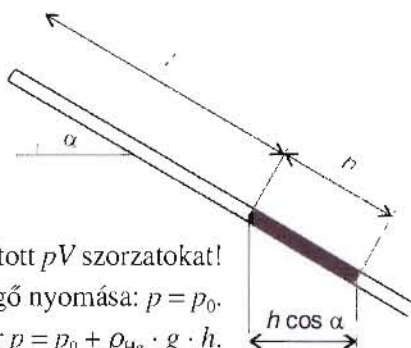
Elméleti rész a tankönyvek alapján kidolgozható.

Feladatok elvégzése:

A cső függőlegessel bezárt szögét 90° , 60° , 30° és 0° -kal a vonalzó segítségével beállítva, olvassuk le (mérjük le) a bezárt levegőoszlop hosszát (l)! Jegyezzük le a barométerről a légnyomást (p_0), határozzuk meg a higanyoszlop hosszának (h) függőleges vetületét, majd az alábbi összefüggések felhasználásával számítsuk ki a bezárt levegő nyomását! Végül vizsgáljuk meg a kiszámított pV szorzatokat!

Ha a cső vízszintesen fekszik, akkor a bezárt levegő nyomása: $p = p_0$.

Ha a cső függőleges, és nyílásával felfelé áll, akkor $p = p_0 + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h$.



Ha a cső ettől a függőleges helyzetétől $\alpha < 90^\circ$ szöggel eltér, akkor

$$p = p_0 + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h \cdot \cos\alpha,$$

ahol h a higanyoszlop mért hossza.

Ha a cső függőleges, és nyílásával lefelé áll ($\alpha = 180^\circ$), akkor $p = p_0 - \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h$.

Ha a cső a kezdeti irányától $180^\circ > \alpha > 90^\circ$ szöggel tér el, akkor

$$p = p_0 - \rho_{\text{Hg}} g \cdot h \cdot \cos\alpha.$$

A bezárt levegő térfogata: $V = A \cdot l$, ahol A a cső belső keresztmetszete (adott).

Tapasztalat: (A cső első esetben nyílásával felfele áll.)



p_0 (Pa)	α (°)	h (m)	l (m)	A (m ²)	V (m ³)	p (Pa)	pV (Pa·m ³)
	0		0,422		$5,06 \cdot 10^{-7}$	111 223	$5,63 \cdot 10^{-2}$
	30		0,452		$5,10 \cdot 10^{-7}$	109 953	$5,61 \cdot 10^{-2}$
	60		0,440		$5,28 \cdot 10^{-7}$	106 486	$5,62 \cdot 10^{-2}$
101 750	90	0,071	0,459	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$5,51 \cdot 10^{-7}$	101 750	$5,60 \cdot 10^{-2}$
	120		0,481		$5,77 \cdot 10^{-7}$	97 014	$5,60 \cdot 10^{-2}$
	150		0,498		$5,98 \cdot 10^{-7}$	93 547	$5,59 \cdot 10^{-2}$
	180		0,502		$6,02 \cdot 10^{-7}$	92 227	$5,56 \cdot 10^{-2}$

Következtetés: A $p \cdot V$ szorzat értéke jó közelítéssel állandó, ami egyezik a Boyle–Mariotte-törvény által kimondottakkal: izotermikus folyamatban a gáz térfogatának és nyomásának szorzata állandó.

Javasolt értékelés

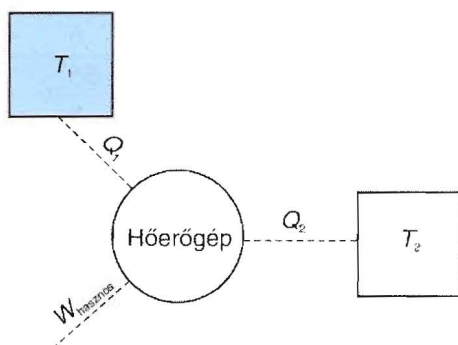
Tartalom	Pontszám
Állapotjelzők	10
Állapotváltozások	8
Összefüggések	8
Hosszmérés, Hg-oszlop hossza	4
Hosszmérés, függőleges helyzetekben a levegőoszlop hossza	8
Nyomás vízszintes helyzetben (egyenlő a külső légnyomással)	3
Nyomás függőleges helyzetben	8
Fordított arányosság igazolása	6
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

17. tétel

Hőerőgépek

A tétel megfogalmazása

Az alábbi sematikus rajz a hőerőművek működését szemlélteti. A szaggatott vonalakat egészítse ki nyilakká, amelyek az energiacsere irányát mutatják! ($T_1 > T_2$)



A kiegészített rajz alapján magyarázza meg, miért kisebb 1-nél a hőerőgép hatásfoka! Fogalmazza meg azt a két alapvető törvényt, amely megszabja a hőerőgép működését!

Mi felel meg a hőtartályoknak egy gőzmozdony esetében?

Beszéljen a hőerőgépek hatásfokáról!

Az energiamegmaradás általánosítása, jelentősége.

Milyen berendezésekben állították munkába a gőzt először? Ma használnak-e hőerőgépeket?



Vázlat a kidolgozáshoz

Bármely test belső energiájának megváltozása megegyezik a test által felvett hő és a testen végzett munka összegével. $\Delta E = Q + W$. Ez az összefüggés a hőtan I. főtétele.

Az első főtétel az energiamegmaradás elvét fejezi ki. Segítségével megmagyarázhatóvá válik, hogy a súrlódással járó folyamatokban a rendszer kezdeti mechanikai energiája nemvész el, hanem a rendszer belső energiáját növeli.

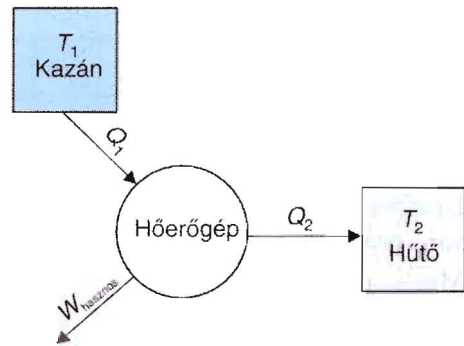
A hőtan II. főtétele a természetben végbemenő folyamatok irányáról ad útmutatást.

A magára hagyott rendszerekben mindig a melegebb test ad át hőt a hidegebbnek.

Más megfogalmazásban: A természetben végbemenő folyamatok során egy zárt rendszer rendezettsége nem növekedhet.

A hőerőgépek olyan periodikusan működő berendezések, amelyek hőt alakítanak át mechanikai munkává. A periodikus működéshez szükséges, hogy a berendezés eredeti állapotába jusson vissza. Ehhez egyrészt munkavégzés szükséges (a munka egy része erre fordítódik), másrészt hőt kell leadnia a környezetének. Ezért a hőerőgépek hatásfoka szükségképpen kisebb 1-nél.

Hőerőgépeket ma is használnak, például ilyenek a robbanómotorok, az erőművek is összetett hőerőgépeknek tekinthetők. A gőzmozdony esetében a kazánból (ahol a szén elég) veszi fel a víz a hőt, felforr, a gőz végzi a munkát (mozgatja a dugattyút) majd lecsapódik, a kazánból felvett hőtől újra felforr stb. A felesleges hőt a környezetnek adja le.



Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Nyilak helyes berajzolása	9
Hatásfok (a periodikus működéshez hőt kell leadni a hűtőnek)	6
Gőzmozdony hőtartályai (kazán, környezet)	8
I. főtétel	8
II. főtétel	8
Az energiamegmaradás általánosítása és jelentősége	10
Fulton (gőzhajó), James Watt (gőzgép), Stephenson (gőzmozdony)	6
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

18. tétel

Hőtágulás

A tétel megfogalmazása

Ismertesse a folyadékok és a szilárd anyagok hőtágulásának jelenségét! Milyen tényezőktől függ a hőtágulás mértéke?

Ismertesse a víz sajátos viselkedését hőtágulás szempontjából! Milyen jelentősége van ennek a természetben?

Mutassa be a hőtágulás jelenségét a meglévő eszközökkel!

Soroljon fel legalább négy példát a hőtágulásra! Ezek közül melyik esetben használjuk fel a jelenséget, és melyik esetben kell „védekezni” ellene?

1. Mutassa be a Gravesande-karika nevű kísérleti készlettel, hogy a testek melegítés hatására kitágulnak, hűtésre összehúzódnak!
2. Szemléltesse bimetallszalaggal, hogy a különböző anyagok különböző mértékben tágulnak!

Eszközök:

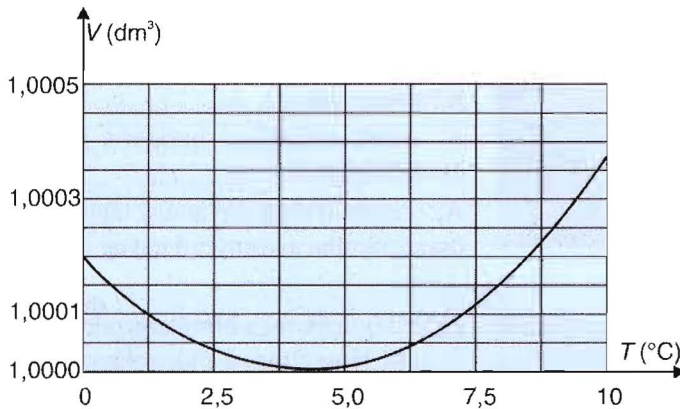
- Gravesande-karika a hozzátartozó golyóval,
- bimetallszalag,
- borszeszegő,
- egy pohár víz,
- gyufa, fémtál.

Vázlat a kidolgozáshoz

A folyadékok melegítéskor tágulnak, hűtésre összehúzódnak. A térfogatváltozás mértéke függ a kezdeti térfogattól, a hőmérséklet-változástól és függ a folyadék anyagi minőségétől. A legtöbb folyadék térfogati hőtágulási együtthatója a folyadékra jellemző állandó érték, a *Függvénytáblázat* tartalmazza.

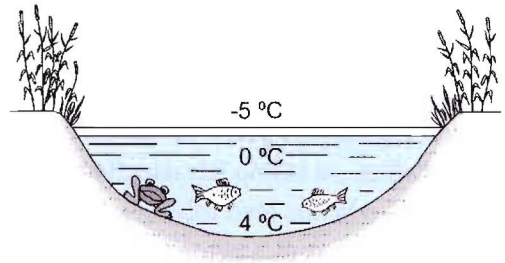
Tapasztalatok szerint melegítéskor a szilárd testek tágulnak, hűtésre összehúzódnak. A szilárd anyagokból álló testek hőmérséklet-változás hatására bekövetkező hosszváltozását lineáris hőtágulásnak hívjuk. Ezt a lineáris hőtágulási együtthatóval jellemezzük. Ennek nagysága harmadrésze a térfogati hőtágulási együtthatónak. Érdekes tény, hogy a szilárd anyagokban található üregek, lyukak ugyanolyan mértékben tágulnak melegítés hatására, mintha az adott anyag töltene ki.

A víz hőmérséklet hatására bekövetkező térfogat-változását mutatja az alábbi grafikon:



Látható, hogy a víz térfogata 4 °C-on a legkisebb. Ennek megfelelően a víz sűrűsége 4 °C-on a legnagyobb.

A víz rendellenes hőtágulásának következménye, hogy a tavak télen fentről lefelé kezdenek befagyni. Miután a levegő és a víz is lehűlt 4 °C-ra, a további hideg levegő hatására a lehűlő vízréteg sűrűsége kisebb mint az alatta lévőé, így ez a réteg marad a felszínen. Ezzel a hőáramlás megszűnik, és a felszínen kezdődik meg a fagyás, az alatta levő vízréteg további hűlése már csak hővezetés hatására hűl. De a jég jó hőszigetelő, ezért ez lassan következik be, így a vízben élő halak, élőlények túlélnek a hideg évszakot.



Feladatok elvégzése:

- Mutassuk be, hogy a láncon függő golyó a karikán éppen átfér, majd melegítsük fel a borszeszlángon a golyót, és próbáljuk meg újra a karikán átjuttatni!
- Melegítsük fel a karikát a golyóval együtt, és mutassuk be, hogy ebben az esetben a golyó átmegy a karikán, majd a karika hideg vízben történő lehűtésével végzük el ismét a kísérletet!



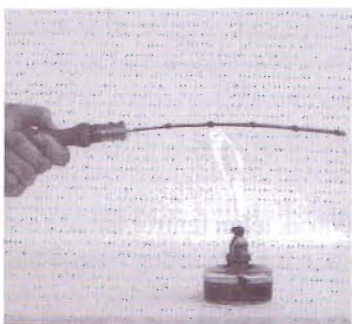
Tapasztalat:

- a) A felmelegített golyó nem fér át a szobahőmérsékletű karikán.
b) A lehűtött karikán nem fér át a meleg golyó.

Következtetés:

A testek melegítés hatására kitágulnak, hűtésre összehúzódnak.

Az üregek, lyukak ugyanúgy tágulnak vagy húzódnak össze, mintha a környező anyag töltené ki azokat.



2. Melegítsük fel a bimetallszalagot a borszeszlángban! Hosszirányú mozgatással biztosítsuk, hogy a kettősfém teljes hosszában átmelegedjen!

Tapasztalat: Melegítés közben a bimetallszalag meghajlik.

Következtetés: a két különböző fém ugyanakkora hőmérséklet-emelkedés hatására különbözőképpen tágul, ezért alakváltozás (meghajlás) következik be. A hőtágulás mértéke függ a testek anyagi minőségétől.

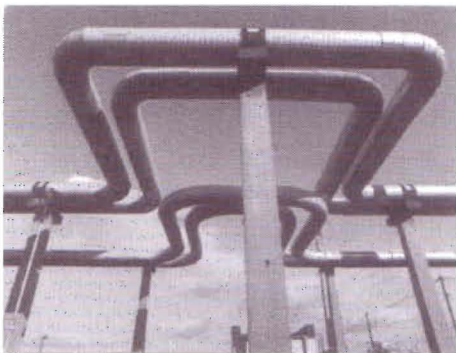
Példák a hőtágulás felhasználására:

Hőlégballon – a benne felmelegített levegő kitágul, kisebb lesz a sűrűsége.

Hőmérő – a benne lévő folyadék kitágul, ezért alkalmas hőmérséklet mérésre.

Vasbeton – a vas és a beton hőtágulási együtthatója azonos, ezért lehet együtt használni őket.

Példák a hőtágulás elleni védekezésre:



Az elektromos távvezeték huzalait úgy kell méretezni, hogy két tartóoszlop között hidgben se feszüljön meg túlságosan.

Távfűtés csővezetékében „lírákat” helyeznek el, hogy tudja követni a hőtágulást.

Hidak fémszerkezetét görgőkre helyezik, így a hőtágulás nem okoz kárt a híd szerkezetében.

A síneket nagyon szilárdan kell rögzíteni vagy hézagokat kell hagyni közöttük.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Jelenségismertetés	4
Befolyásoló tényezők felsorolása	6
A víz hőtágulási viselkedésének ismertetése	6
Az előző jelentősége (élővizek lehűlése)	8
Kísérletek elvégzése, értelmezése	15
Példák a hőtágulásra	8
Ezeknek a hatása	8
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

19. tétel

Halmazállapot-változások

A tétel megfogalmazása

Sorolja föl a lehetséges halmazállapot-változásokat, és válasszon ki egyet, amelyet jellemez! (Jellemző mennyiségek, befolyásoló tényezők, energetikai jellemzés.)

Végezze el a kiválasztott kísérletet!

1. Mutassa be, hogy a párolgás sebessége függ a folyadékok anyagi minőségétől!
2. Mutassa be, hogy a párolgás sebessége függ a párolgó felület nagyságától!
3. Mutassa be, hogy a párolgás sebessége függ a folyadékok hőmérsékletétől!
4. Mutassa be, hogy a párolgás sebessége függ a környezet páratartalmától!

Eszközök:

- benzin,
- két Petri-csészepár, (vagy Petri-csésze takaró üveglappal),
- borszeszegő,
- itatóspapír,
- papírzsebkendők,
- két egyforma fémlap (kb. 5×5 cm méretű),
- szemcseppentő,
- táramérleg.

Vázlat a kidolgozáshoz

Halmazállapot-változások: olvadás, fagyás, forrás, párolgás, lecsapódás (tankönyvek alapján).

Egynemű anyagok halmazállapot-változásai meghatározott hőmérsékleteken játszódnak le.

Hőfelvétel esetén olvadás, párolgás, forrás;

hőleadás esetén fagyás, lecsapódás.

Olvadáspont, fagyáspont, forráspont, olvadáshő, fagyáshő, forráshő, párolgási hő a tankönyvek szerint.

Feladatok elvégzése (több lehetőség közül választhatunk):

1. a) Vágjunk ki két 10×10 cm-es lapot itatóspapírból, mártsuk az egyiket vízbe, a másikat benzinbe, és tapasszuk fel mindkettőt egy függőleges felületre (például tábla, ablak stb.)!
- b) Cseppentsünk vízszintes üvegfelületre egy-egy csepp vizet, benzint, majd étert!
- c) Helyezzünk a táramérlegre egy-egy Petri-csészét, és töltsünk az egyikbe vizet, a másikba benzint (kb. 5-5 cm³-t)! Takarjuk le mindkettőt a nagyobb méretű csészével, illetve az üveglappokkal, és táráljuk ki a mérleget! Ezt követően a fedőlapokat vegyük le a csészékről, tegyük a csészék mellé a mérlegserpenyőkre!
- d) Mártsunk egy papírzsebkendőt vízbe, és húzzunk vele csíkot a táblán! Ugyanezt tegyük meg benzinbe mártott zsebkendővel!

Tapasztalat:

- a) A benzines itatóspapír előbb esik le a függőleges felületről, mint a vizes, a benzin előbb párolgott el, mint a víz.
- b) Az éter, majd azt követően a benzin elpárolog, a vízcsepp továbbra is a felületen marad.
- c) A mérleg karja lassan a vizet tartalmazó serpenyő fele billen el.
- d) A benzincsík hamarabb eltűnik a tábláról, mint a vízcsík, a benzin gyorsabban párolgott el a tábláról.

Következtetés: A folyadékok párolgási sebessége függ a folyadékminőségtől.

2. a) Vágjunk ki két 10×10 cm-es darabot itatóspapírból, és mártsuk mindkettőt benzinbe! Az egyiket hajtogassuk négyrét össze, a másikat hagyjuk kiterítve, és tegyük ki mindkettőt egymás mellé az asztalra!
- b) Helyezzük a mérleg egyik serpenyőjébe a nyitott benzinesüveget, a másikba egy Petri-csészét benzinnel! Táráljuk ki a mérleget, majd figyeljük a változást!

Tapasztalat:

- a) A kiterített itatóspapírról előbb elpárolog a benzin.
- b) A mérleg hamarosan a benzines üveget tartó serpenyő fele billen el.

Következtetés: A párolgás sebessége annál nagyobb, minél nagyobb a párolgó felület.

3. Borszeszégő lángjában melegítsük fel az egyik fémlapot annyira, hogy kezünkkel még elviselhető hőmérsékletű legyen! Tegyük egymás mellé az asztalra a két fémlapot, és ejtsünk rájuk a szemcseppentővel egy-egy csepp benzint!

Tapasztalat: A meleg fémlap által felmelegített benzincsepp rövidebb idő alatt párologott el.

Következtetés: A párolgás sebessége függ a folyadék hőmérsékletétől. A magasabb hőmérsékletű folyadék gyorsabban párolog.

4. Helyezzünk a táramérleg serpenyőire egy-egy Petri-csészét, és töltsünk mind-egyikbe benzint (kb. 5-5 cm³-t)! Táráljuk ki a mérleget, majd az egyik Petri-csészé fölött fújjunk el néhány lélegzetvételnyi levegőt!

Tapasztalat: Az a serpenyő billent el felfelé, amelyik fölött levegőt fújtunk el.

Következtetés: A párolgás sebessége függ a környezet páratartalmától, ahonnan a folyadék páráját eltávolítottuk, ott a párolgás intenzívebbé vált.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Halmazállapot-változások	4×3 = 12
Jellemzőik	2×8 = 16
Energetikai jellemzés	9
Kísérlet elvégzése	9
Tapasztalat, következtetés	9
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

20. tétel

Megmaradási törvények

A tétel megfogalmazása

Soroljon fel négy megmaradási törvényt! Mondjon mindegyikre egy-egy konkrét jelenséget (vagy az azt leíró törvényt), amelyben az adott megmaradási törvény megnyilvánulását tapasztalhatjuk!

Melyik megmaradási törvényt tudja szemléltetni a rendelkezésre álló eszközökkel? Legalább két jelenséget mutasson be! Értelmezze a tapasztaltakat!

Említsen meg legalább két fizikust, akinek jelentős szerepe volt az energiamegmaradási törvény megfogalmazásában!

Eszközök:

- különböző tömegű (nehezekkel ellátott), rugós kiskocsik,
- erőmérő,
- mérőszalag,
- fonál,
- gyufa,
- két, fonálra felfüggesztett fémkarika,
- erős mágnesrúd.

Vázlat a kidolgozáshoz

Az előző tételek tartalmazzák.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Lendület, energia, töltés, tömeg	4×3
Példák (ütközések, rezgő rendszer energiája, Lenz-törvény, hőtan I. főtétele, termikus kölcsönhatások)	4×4
Lendületmegmaradás szemléltetése	8
Értelmezése	3
Fizikusok (Joule, Lenz, Helmholtz, Robert Meyer)	2×2
Energiamegmaradás szemléltetése	8
Értelmezés	4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

21. tétel

Elektromos állapot

A tétel megfogalmazása

Hogyan hozhatunk létre elektrosztatikai mezőt? Milyen fizikai mennyiségek segítségével írhatjuk le az elektromos mezőben fellépő erőhatásokat és a mező által végzett munkát? Ismertesse ezeket a mennyiségeket (térjen ki a mértékegységekre is)! Hogyan szemléltetik az erővonalak a mező szerkezetét?

Válasszon az alábbi két feladat közül:

- a) Hozza elektromos állapotba az üvegrudat és az ebonit (PVC-)rudat, majd mutassa ki elektromos állapotukat!
Mutassa be, hogy az elektromosan töltött test vonzza az ellentétes elektromos állapotban lévő testeket, és taszítja a vele megegyező töltésűt!
- b) Mutassa be, hogyan lehet elektromos megosztással feltölteni egy elektroszkópot, és értelmezze a jelenséget!

Említsen meg három, a mindennapi életben is tapasztalható elektrosztatikai jelenséget!

Soroljon fel legalább három olyan tudóst egy-egy eredményével együtt, akinek jelentős szerepe volt az elektromosság felfedezésében, tulajdonságainak megismerésében, találmányok létrehozásában!

Eszközök:

- üvegrúd,
- selyem, ruhadarab,
- ebonitrúd (PVC-rúd),
- szőrmedarab,
- iránytűtartó (Bunsen-állvány szorítódíóval, keresztrúddal, függeszthető papírkengyellel),
- elektroszkóp,
- apró papírdarabkák.

Vázlat a kidolgozáshoz

Elektrosztatikai mezőt töltésszétválasztással lehet létrehozni: mechanikai úton (dörzsöléssel) vagy kémiai úton (például galvánelem). Dörzsölés → a test elektromos állapotba kerül („feltöltődik”) → körülötte elektromos mező jön létre.

A mezőt erőhatás szempontjából a térerősséggel, munkavégzés szempontjából a feszültséggel jellemezhetjük. A mennyiségek jelentésének és mértékegységeinek megadása (tankönyv alapján).

Az erővonalak minden pontban a mezőbe helyezett pozitív töltésre ható erő irányát adják meg, sűrűségük pedig a térerősség nagyságára utal. (Adott felületen merőlegesen átmenő erővonalak száma így a fluxust adja meg.)

A feltöltött testek között vonzó vagy taszító kölcsönhatás lép fel: azonos előjelű töltéssel rendelkező testek között taszító, különböző előjelű töltéssel rendelkező testek között vonzóerő hat.

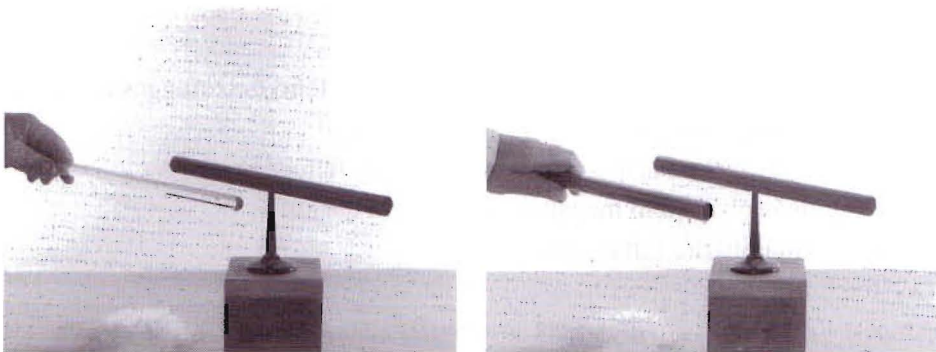
Kísérleti bemutatás:

a) Közelítsük a megdörzsöltetlen üvegrudat és ebonitrudat az asztalon elhelyezett papírdarabkák felé! Ezt követően dörzsöljük meg az üvegrudat a selyemmel, az ebonit (PVC-)rudat szőrmével, és így közelítsünk a papírdarabkák felé!

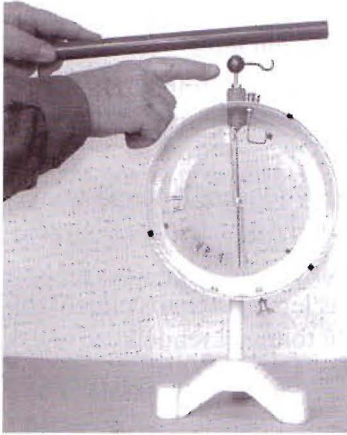
Tapasztalat: A dörzsölés nélküli rudak nem, a megdörzsöltök viszont vonzzák a semleges papírszeletkéket, a semleges PVC-rudat.

Következtetés: Az elektromos töltésű és a semleges testek vonzzák egymást.

Iránytűtartóra helyezett (vagy állványon papírkengyelben könnyen elforduló), szőrmével megdörzsölt ebonit- (PVC-) rúdhoz közelítsünk megdörzsöltetlen, majd selyemmel megdörzsölt üveg-, illetve szőrmével megdörzsölt ebonitrudat (PVC-rudat)!



Tapasztalat: A selyemmel megdörzsölt üvegrúd vonzza a tartón (kengyelben) lévő PVC-rudat, ugyanakkor a szőrmével megdörzsölt ebonit- (PVC-) rúd taszítja azt.



Következtetés: A különböző töltésű testek vonzzák, a megegyező töltésűek taszítják egymást.

b) Közelítsük az elektroszkóp gömbjéhez a szőrmével megdörzsölt ebonit (PVC-)rudat (de ne érintsük hozzá)! Amikor az elektroszkóp lemezei egy kicsit szétágaznak, ujjunkkal érintsük meg egy pillanatra az elektroszkóp gömbjét! Ezt követően távolítsuk el a rudat!

Tapasztalat: az ujjunk és az elektromosan töltött test eltávolítása után az elektroszkóp töltést jelez. A töltött rudat újra közelítve az elektroszkóp gömbjéhez, azt tapasztaljuk, hogy az elektroszkóp lemezei összébb húzódnak.

Következtetés: Az elektromosan töltött rudat közelelve az elektroszkóphoz, ez utóbbin elektromos megosztás jön létre. A rúddal megegyező töltések a rúddal ellentétes, az ellentétes töltések a rúdhoz közelebbi részen gyülekeznek. Az ujjunkkal az elektroszkópról a rúd töltésével megegyező előjelű töltést elvezetjük, így az elektroszkóp a rúd töltésével ellentétes töltésű lesz.

A mindennapi életben is tapasztalható elektrosztatikai jelenségek:

- dörzsölés következtében egyes testek elektromos állapotba kerülnek, feltöltődnek: például a haj és a fésű fésülködés közben, műszálás pulóver lehúzás közben, járművek gumiabroncsa, egyes légtisztító berendezések is az elektrosztatikus vonzás segítségével szűrik ki a port a levegőből.
- árnyékolás: például a fémkarosszériájú gépkocsi megvéd a villámcsapás hatásaitól.

Megemlíthető tudósok:

- Coulomb (az elektromos töltések közötti erőhatást leíró összefüggés megállapítása, igazolása méréssel);
- Galvani (a galvánelem alapjául szolgáló jelenség felfedezése);
- Volta (az első galvánelem megalkotása – „Volta-oszlop”);
- Franklin (villámhárító feltalálása);
- Oersted (az áram mágneses hatásának felfedezése);
- Ampère (az áram mágneses hatásának vizsgálata, áramátjárta vezetők közötti erőhatásra vonatkozó összefüggés megállapítása);
- Ohm (az Ohm-törvény megállapítása, igazolása méréssel);
- Faraday (elektrolízis törvényei, elektromágneses jelenségek vizsgálata).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Elektromos mező létrehozása (töltésszétválasztással – mechanikai és kémiai úton)	2×3
Mennyiségek felsorolása, definiálása (télerősség, feszültség)	3×1+3×2
Mértékegységek megadása	3×1
Szemléltetés leírása, erővonalak értelmezése (irány, sűrűség)	4
<i>a)</i> Kísérlet bemutatása	
Elektromos állapot kimutatása	5
Vonzás, illetve taszítás bemutatása (az elektroszkóp lemezeinek szétágazása is jó)	2×5
<i>b)</i> Kísérlet bemutatása	
Elektroszkóp feltöltése megosztással és értelmezés	10+5
Jelenségek felsorolása	3×3
Tudósok felsorolása eredményeikkel	3×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

22. tétel

Többlettöltés vezetőkön

A tétel megfogalmazása

Hogyan helyezkedik el a vezetőkre vitt többlettöltés? Írja le a térerősség- és feszültségviszonyokat a vezető felületén és belsejében! Igazolja állításait két elektroszkóp és a rendelkezésre álló eszközök segítségével!

Mi a jelentősége az árnyékolásnak a gyakorlatban? Szemléltesse Faraday-kalitka, egy elektroszkóp és a rendelkezésre álló eszközök felhasználásával az elektrosztatikus árnyékolás jelenségét!

Mi a földelés, mi a szerepe? Mutassa be egy feltöltött elektroszkóp segítségével!

Kinek a nevéhez fűződik a villámhárító felfedezése? Említsen meg még két tudóst, feltalálót egy-egy eredményével, akinek jelentős szerepe volt az elektromosság felfedezésében, tulajdonságainak megismerésében, találmányok létrehozásában!

Eszközök:

- elektroszkóp,
- serleges elektroszkóp,
- ebonitrúd (PVC-rúd),
- szőrmedarab,
- szigetelőnyéllel ellátott fémgolyó,
- Faraday-kalitka fémlappal.

Vázlat a kidolgozáshoz

A vezetőkben a töltések könnyen elmozdulnak, a rávitt azonos előjelű töltések taszítják egymást. Ezért a többlettöltések egymástól a lehető legtávolabb, a vezető külső felületén helyezkednek el. Így a vezető anyagból készült test belsejében (akkor is, ha üreges) nincs elektromos mező, a térerősség 0. Ha a vezetőre vitt töltések már egyensúlyban vannak, akkor a vezető felületének bármelyik két pontja között a feszültség 0 (ha nem így lenne, akkor a töltések elmozdulnának).

Kísérleti igazolás: A feltöltött serleges elektroszkópról próbáljuk adagokban átvinni a töltést a töltetlen elektroszkóra először úgy, hogy a feltöltött serleg belső felületéhez érintjük a fémgolyót, majd úgy, hogy a serleg külső felületéhez.

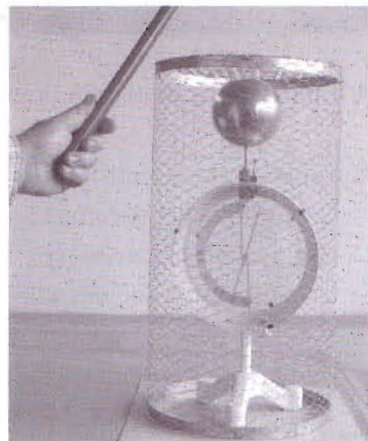


Tapasztalat: A serleg belső felületéről nem tudunk töltéseket elvinni. Egyik elektroszkóp sem jelez változást. Ha a serleg külső felületéhez érintjük a szigetelőnyéllel ellátott fémgolyót, majd onnan a másik elektroszkóp fémgömbjéhez, és ezt többször elvégezzük, akkor a serleges elektroszkóp lemezei összebb zárulnak, az eredetileg semleges elektroszkóp pedig feltöltődik.

Következtetés: A többlettöltés a vezető külső felületén helyezkedik el.

Árnyékolás: Egy vezető anyagból készült test belsőjében, akár töltést viszünk rá, akár elektromos mezőbe helyezük, 0 a térerősség. Ezért alkalmas arra, hogy egy elektromos mező hatásától megvédjen, például távközlési kábelek megvédésére a zavaró „jelektől”, vagy erős elektromos mezőben dolgozó emberek védelmére.

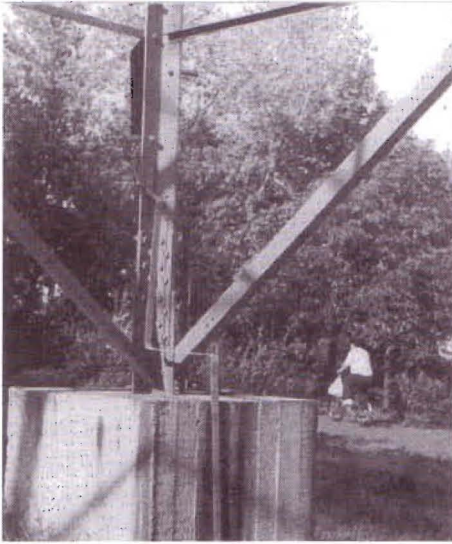
Bemutató: Adjunk kevés töltést az asztalon levő fémlapra helyezett serleges elektroszkópnak, és közelítsünk hozzá megdörzsölt ebonitrúddal (PVC-rúddal)! Ezt követően borítsuk le az elektroszkópot a Faraday-kalitikával (sűrű drótszövetből készített egyik végén zárt henger), és ismét közelítsünk feléje az elektromosan töltött rudat!



Tapasztalat: Az elektroszkóp lemezei az első esetben elmozdulnak, míg a másik esetben nyugalomban maradnak.

Következtetés: Az elektrosztatikus tér nem hatol be a vezető (fémháló) belsejébe.

Földelés: A testet egy vezető segítségével összekötjük a földdel, ezáltal a nemkívánatos többlettöltés távozik róla.



Bemutató: Töltsük fel az elektroszkópot a megdörzsölt ebonitrúd hozzáérintésével, majd érintsük meg az elektroszkóp kivezetését az ujjunkkal!

Tapasztalat: Az elektroszkóp lemezei összecukódnak, azaz elveszíti töltését.

Következtetés: Az elektroszkópról a töltések testünkön keresztül távoznak a földbe. Ebben az esetben a földelés szerepét testünk töltötte be. A földelés lényege az, hogy a nemkívánatos töltést (áramot) egy jó vezetőn keresztül a földbe vezetjük.

A villámhárítót Benjamin Franklin találta fel.

További megemlíthető tudósok:

- Coulomb (az elektromos töltések közötti erőhatást leíró összefüggés megállapítása, igazolása méréssel);
- Galvani (a galvánelem alapjául szolgáló jelenség felfedezése);
- Volta (az első galvánelem megalkotása („Volta-oszlop”));
- Oersted (az áram mágneses hatásának felfedezése);
- Ampère (az áram mágneses hatásának vizsgálata, áramátjárta vezetők közötti erőhatásra vonatkozó összefüggés megállapítása);
- Ohm (az Ohm-törvény megállapítása, igazolása méréssel);
- Faraday (elektrolízis törvényei, elektromágneses jelenségek vizsgálata).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A töltések elhelyezkedésének leírása indoklással	6
Térerősség- és feszültségviszonyok leírása	3+3
Kísérleti szemléltetés (két elektroszkóp)	8
Árnyékolás mibenléte, jelentősége	5
Kísérleti szemléltetés (Faraday-kalitka)	8
Földelés és szerepének ismertetése	7
Kísérleti bemutatás (földelés)	8
Benjamin Franklin megnevezése	1
Tudósok említése eredményeikkel	2×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

23. tétel

Mágneses mező

A tétel megfogalmazása

Hogyan jöhet létre mágneses mező? Melyik mennyiséggel jellemezhetjük a mágneses mezőt? Adja meg a mértékegységét is! Miért alkalmasak az indukcióvonalak a mágneses mező szerkezetének szemléltetésére?

Válasszon az alábbi két feladat közül:

1. Szemléltesse a mágnesrúd és a patkómágnes körüli indukcióvonalakat vasreszeléssel! Milyen jellegzetességek állapíthatók meg?
2. Határozza meg ismeretlen (festetlen) mágnesrúd északi és déli pólusait legalább két módszerrel!

Mi a gyakorlati jelentősége a Föld mágneses mezőjének?

Említsen meg a jelenségkörrel kapcsolatban három jelentős felfedezést, találmányt vagy kiemelkedő fizikust!

Eszközök:

- rúd mágnes,
- patkómágnes,
- festetlen rúd mágnes,
- vasreszelék,
- iránytű,
- üveglap,
- óraiüveg.

Vázlat a kidolgozáshoz

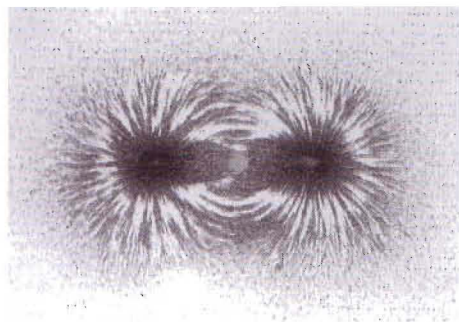
Mágneses mező létrehozása:

- állandó mágnesek (például a természetben létező mágnesvasérc eleve mágneses);
- áramátjárta vezetők (mozgó elektromos töltések) körül mágneses mező jön létre.

Jellemző mennyiség: mágneses indukció. A mágneses indukció ismertetése, mértékegysége (tankönyv alapján). Az indukcióvonalak minden helyen megadják azt az irányt, amelybe az oda helyezett kis mágneses dipólus fordul. Az indukcióvonalak sűrűsége pedig a mágneses indukció nagyságára utal. (Egy adott felületen merőlegesen átmenő indukcióvonalak száma így a fluxust adja meg.)

Bemutató:

1. A mágnesrudat, illetve a patkómágnesst tegyük az asztalra, helyezzük rá az üveglapot, majd az üveglapra szórjunk vasreszeléket! A vasreszelék elrendeződését az üveglap kocogtatásával érhetjük el.



Tapasztalat: A vasreszelék egy jellegzetes, vonalas szerkezetet mutat. A rúd mágnes esetében a vonalak a mágnes két vége között rajzolódnak ki. A rúd mágnes két végénél összesűrűsödnek a vonalak, ott lényegesen több vasreszelék található. A patkómágnes esetében a szárok, valamint a két vége között alakulnak ki a vonalak. A szárok között a vonalak közel párhuzamosak.

Következtetés: A kialakult kép a mágnesek körüli mező indukciós vonal-szerkezetét mutatja (síkmetszetben). A rúd mágnes a két végénél vonzza magához a legtöbb vasreszeléket, ott a legerősebb a mágneses vonzás. A patkómágnes szárai között a vonalak párhuzamosak, ott a mező jó közelítéssel homogén.

2. A mágnes pólusainak meghatározása:

- a) Az észak–déli irányban beállt iránytűhöz, az iránytű hossz tengelyére merőlegesen közelítsük a festetlen rúd mágnes!
- b) Helyezzük a rúd mágnes az óraüvegre úgy, hogy kiegyensúlyozott helyzetben legyen!

*Tapasztalat:*

- a) Az iránytű egyik végével beáll a rúd mágnes irányába.
- b) A festetlen rúd mágnes befordul észak–déli irányba.

Következtetés:

- a) Tudjuk, hogy az ellentétes mágneses pólusok vonzzák egymást, tehát a rúd mágnes iránytű felé eső végének pólusa ellentétes az iránytű felé forduló pólusával.
- b) A Föld mágneses mezejében a mágnesek, ha szabadon elfordulhatnak, beállnak észak–déli irányba. A festetlen mágnesnek az észak felé eső vége az északi pólusa.



A Föld mágneses mezőjének jelentősége: tájékozódás (iránytű segítségével lehetővé teszi az északi irány meghatározását), továbbá megvédi a Földet a kozmoszból érkező egyes sugárzásoktól.

Megemlíthető találmányok, fizikusok:

- iránytű,
- elektromágnes,
- Oersted (az áram mágneses hatásának felfedezése),
- Ampère (áramátjárta vezetők közötti erőhatás megállapítása),
- az áram mágneses hatásán alapuló mérőműszerek, például feszültség- és árammérő.

Javasolt értékelés:

Tartalom	Pontszám
Mágneses mező létrejöttének ismertetése	2×4
Mágneses indukció megnevezése, ismertetése, mértékegység megadása	2+4+2
Indukcióvonalak értelmezése (irány, sűrűség)	8
Szemléltetés, jellegzetességek megállapítása	2×8
Vagy: a mágnes pólusainak meghatározása	2×8
A Föld mágneses mezőjének jelentősége	3+3
Fizikatörténeti vonatkozások ismertetése	3×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

24. tétel

Az áram mágneses hatása

A tétel megfogalmazása

Oersted egy észak–déli irányban kifeszített, áramjárta huzal közelében iránytűt helyezett el, amely kitért. Értelmezze a jelenséget!

- Mutassa be az áramjárta vezető körüli mágneses mezőt iránytű felhasználásával, vagyis ismétlje meg Oersted kísérletét!
- Igazolja egy iránytű segítségével, hogy az egyenárammal gerjesztett tekercs mágnesként viselkedik, és mágneses pólusait az áramirány határozza meg!

Magyarázza el a kapott iskolai csengő működését! Készítsen róla kapcsolási rajzot! Említsen meg a jelenségkörrel kapcsolatban két-három jelentős felfedezést, találmányt, kiemelkedő fizikust!

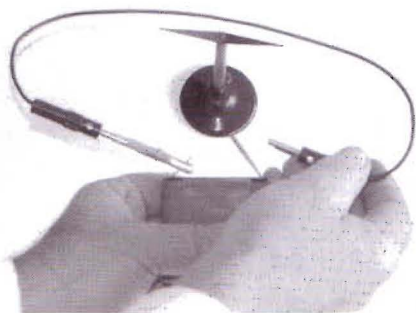
Eszközök:

- zsebtelep,
- banándugós vezetékek,
- krokodilcsipeszek,
- iránytű,
- 600 menetes transzformátortekercs,
- burkolat nélküli iskolai csengő megfelelő feszültségforrással, nyomógombbal.

Vázlat a kidolgozáshoz

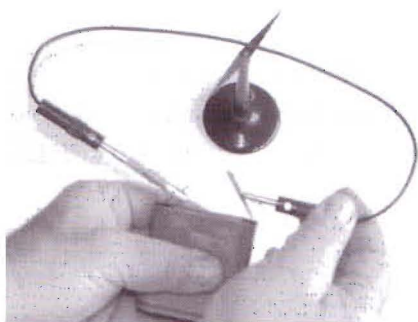
Az Oersted-kísérlet értelmezése:

Kezdetben az iránytűt a vezetővel párhuzamosan, észak–déli irányban állt. Az áram hatására a vezető körül mágneses mező alakult ki, amelynek iránya a vezetőre merőleges, azaz kelet-nyugati irányú, így az iránytű elfordult ebbe az irányba. (A hosszú, egyenes vezető körül kialakuló mágneses mező indukcióvonalai koncentrikus körök, amelyek középpontjában a vezető van, és amelyek síkja merőleges a vezetőre.)



Feladatok elvégzése:

a) Vezessük el az észak–déli irányban álló iránytű fölött a banándugós vezetékét úgy, hogy a vezeték párhuzamos legyen az iránytű hossz tengelyével! Zárjuk rövid időre az áramkört!



Tapasztalat: Az iránytű az áramkör zárásakor eltérül az észak–déli iránytól.

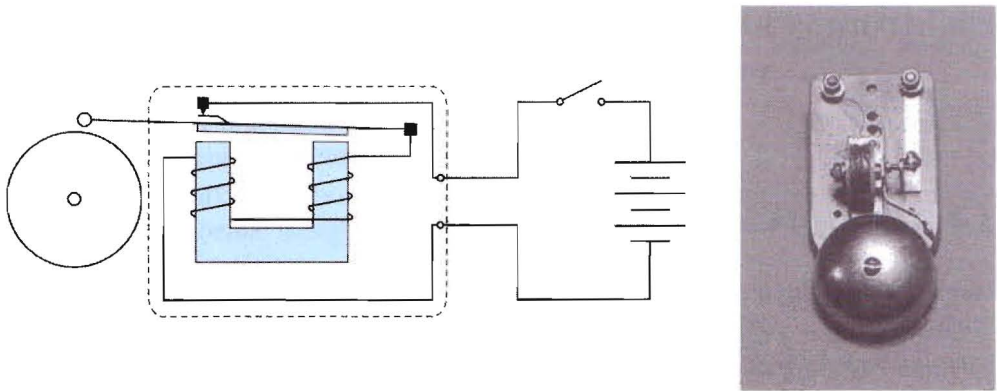
Következtetés: Az áramjárta vezető körül mágneses mező van.



b) Az észak–déli irányban beállt iránytűhöz, a iránytű hossz tengelyére merőlegesen helyezzük el a tekercset! Kapcsoljuk a tekercsre a zsebtelepet! Ismételjük meg a kísérletet a zsebtelep polaritásának felcserélése után!

Tapasztalat: Az iránytű egyik végével belendül a tekercs irányába. Az áramirány megváltoztatásával az iránytű másik pólusa vonzódik a tekercshez.

Következtetés: Az áramjárta tekercs mágnesként viselkedik. A tekercs mágneses polaritása függ a tekercsen átfolyó áram irányától.



A csengő működése: Az áramkör zárásakor a tekercsben lévő vasmag mágnesesödik, és magához rántja a kalapácsot, amely megüti a csengő gömbjét. A kalapács elmozdulásakor viszont az áramkör megszakad, a mágneses hatás megszűnik, a kalapács visszatér eredeti helyzetébe. Ezzel újra záródik az áramkör, és a folyamat ismét végbemegy.

Megemlíthető találmányok, fizikusok:

- iránytű,
- elektromágnes,
- Oersted (az áram mágneses hatásának felfedezése),
- Ampère (áramjárta vezetők közötti erőhatás megállapítása),
- az áram mágneses hatásán alapuló mérőműszerek, például feszültség- és árammérő.

Javasolt értékelés:

Tartalom	Pontszám
A jelenség értelmezése	8
Kísérlet elvégzése	2×10
A csengő működésének magyarázata	10
Kapcsolási rajz készítése	8
Tudósok, eredmények említése	3×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

25. tétel

Elektromos töltés és mágneses mező

A tétel megfogalmazása

Milyen kölcsönhatás alakul ki egy mágneses mező és a benne mozgó elektromos töltés között?

Mutassa be a mágneses mező áramjárta vezetőre kifejtett erőhatását! Milyen mennyiségektől függ a létrejövő kölcsönhatás erőssége?

Soroljon fel két technikai alkalmazást, természeti jelenséget, amelyekben az elektromos részecskék mágneses mezőben történő mozgása játszik szerepet!

Eszközök:

- patkómágnes,
- zsebtelep,
- banándugós laza vezeték,
- krokodilcsipeszek.

Vázlat a kidolgozáshoz



A kölcsönhatás neve Lorentz-erő: A mágneses mezőben mozgó elektromos töltésekre a mágneses mező erőt fejt ki, így az áramjárta vezetőkre is. Az erő merőleges mind a töltések sebességére, mind a mágneses indukcióra.

Bemutató: A patkómágnes sarkai közé lógassuk be a laza vezetékét! Kapcsoljuk a vezeték két végét rövid időre (1 s) a telep sarkaira! Végezzük el a kísérletet a telep sarkainak felcserélésével (fordított áramirány), illetve a patkómágnes sarkainak felcserélésével (amelyik alul volt, most felülre kerüljön)!

Tapasztalat: Az áramkör zárásakor a patkómágnes sarkai között a vezeték előre vagy hátrafelé lendül. Az áramirány vagy a mágneses indukció irányának megváltoztatása után a kilendülés ellentétes irányú lesz.

Következtetés: Az áramjárta vezetőre mágneses mezőben erő hat (Lorentz-erő). (Ez az erő tulajdonképpen a vezetőben mozgó töltésekre hat.)

Értelmezés: A patkómágnes szárai között függőleges irányú a mágneses indukció, a vezető (és így a benne mozgó töltések sebessége is) vízszintes, ezért a Lorentz-erő is vízszintes, ezért téríti ki a vezetőt vízszintes irányban. Minél nagyobb az áramerősség, annál több töltés mozog, ezért nagyobb a Lorentz-erő, tehát a kitérés is nagyobb. Ha megfordítjuk az áram irányát, akkor – mivel a Lorentz-erő is ellentétes irányú lesz – a vezető is ellentétes irányba tér ki. Az erő irányát a jobbkez-szabály adja meg.

Az erő nagysága az áramerősségen kívül a mágneses indukció nagyságától és a vezetőnek a hosszától függ (csak a mágneses mezőben lévő darab hossza számít).

Megemlíthető jelenségek, alkalmazások: sarki fény, tv-képcső, részecskegyorsító.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A kölcsönhatás megnevezése	2
A kölcsönhatás leírása	8
A jelenség bemutatása	8
Irányfüggések bemutatása (B , I)	2×4
A vezetődarab kitérésének magyarázata	6
A kitérés irányának értelmezése	6
Mennyiségek megnevezése (I , B , l)	3×3
Alkalmazások, jelenségek felsorolása	2×4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

26. tétel

Ohm-törvény

A tétel megfogalmazása

Méréssel igazolja, hogy a fogyasztón átfolyó áram erőssége egyenesen arányos a fogyasztó kivezetéseire kapcsolt feszültséggel! Készítsen a méréshez kapcsolási rajzot! Ábrázolja grafikonon az áram feszültségfüggését! Határozza meg a mérésben alkalmazott ellenállás értékét!

Milyen tényezők befolyásolják a mérés pontosságát?

Milyen tényezőktől függ egy vezető ellenállása?

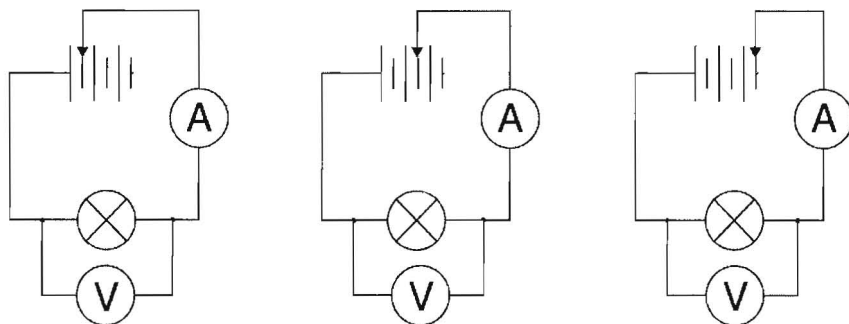
Soroljon fel egy-egy esetet, amelyben az az előnyös, ha a vezető ellenállása kicsi, illetve az az előnyös, ha nagy!

Eszközök:

- feszültségmérő,
- árammérő,
- ellenállás,
- felbontott fedelű 4,5 V-os zsebtelep,
- banándugós vezetékek,
- krokodilcsipeszek,
- milliméterpapír,
- vonalzó.

Vázlat a kidolgozáshoz

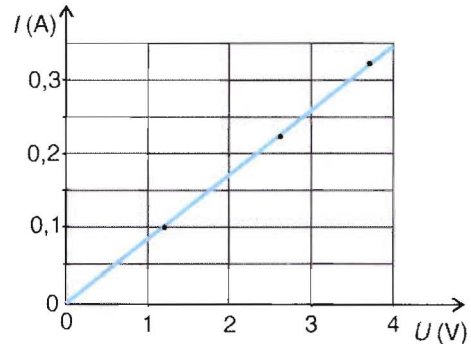
A kapcsolási rajz szerinti áramkört kell összeállítani. Ha felbontjuk a zsebtelep zárófedelét, tudunk egy, két, illetve három elem soros kapcsolásával három különböző feszültséget biztosítani a méréshez.



Megmérjük a három különböző feszültségen az áramerősséget, feljegyezzük az összetartozó értékeket, kiszámítjuk minden egyes alkalommal az ellenállást, majd ábrázoljuk milliméter beosztású papíron az áram-feszültség grafikont.

Tapasztalat: (VOLTAX tanulókísérleti műszerrel mérve. Mivel az ellenállás értéke kicsi, a mérés során melegszik, ezért rövid idejű méréseket kell végezni. Viszont a műszer méréshatárához is igazodni kell, hogy a mutató lehetőleg ne a 0 érték közelében legyen. A feszültségek a kis ellenállás miatt alacsonyak.)

U (V)	I (A)	R (Ω)	$R_{\text{átl}}$ (Ω)
1,2	0,10	$\approx 12,0$	11,8
2,6	0,22	$\approx 11,8$	
3,7	0,32	$\approx 11,6$	



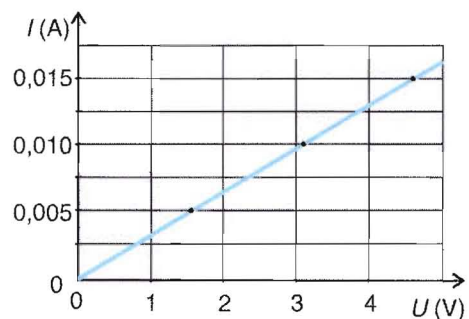
Műszerek méréshatárai: ampermérő: 0,5 A, voltmérő: 5 V, ellenállás névleges értéke: 12 Ω (elektrovariából).

Tapasztalat: (demonstrációs műszerrel mérve)

Méréshatárok: ampermérő: 0,05 A (50 mA), voltmérő: 5 V, ellenállás névleges értéke: 300 Ω (elektrovariából).

U (V)	I (A)	R (Ω)	$R_{\text{átl}}$ (Ω)
1,55	0,005	≈ 310	309
3,10	0,010	≈ 310	
4,60	0,015	≈ 307	

Következtetés: A számítás és a grafikon alapján kijelenthetjük, hogy az áramerősség arányos a feszültséggel.



A grafikonban az összetartozó feszültség-áramerősség értékeket ábrázoló pontok az origóból kiinduló egyenesre illeszkednek, ami az áramerősség-feszültség arányosságát mutatja.

A mérés pontosságát befolyásoló tényezők: a műszerek mérési pontossága, a műszerek ellenállása, a leolvasás pontossága.

A vezetők ellenállása függ a vezető hosszától (egyenesen arányosan), a vezető keresztmetszetétől (fordított arányosság) és a vezető anyagi minőségétől. Ez utóbbi jellemzője a fajlagos ellenállás.

Előnyös a kis ellenállás, ha a vezetőt például elektromos energia szállítására használjuk (kisebb a veszteség), vagy ha azt akarjuk, hogy a belőle készült eszközt az áramkörbe sorbakötve ne változtassa meg nagyon a feszültségviszonyokat, például az árammérő esetében.

Előnyös a nagy ellenállás például az áram hőhatásán alapuló eszközök esetében (például elektromos főzőlap, vasaló stb.), vagy ha azt akarjuk, hogy az eszközt párhuzamosan kötve az áramkörbe, ne változtassa meg jelentősen az áramerősségviszonyokat, például a feszültségmérő esetében.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Kapcsolási rajz készítése	5
Áramkör összeállítása	8
$U-I$ értékpárok felvétele (legalább 3)	8
Grafikon készítése	6
Az ellenállás meghatározása	3
Az összefüggés megnevezése (egyenes arányosság)	2
Hibaokok felsorolása	4
Tényezők felsorolása (hossz, keresztmetszet, anyagi minőség)	3×3
Példa kis ellenállásra	5
Példa nagy ellenállásra	5
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

27. tétel

Fogyasztók kapcsolása

A tétel megfogalmazása

Állítson össze egy-egy áramkört, amelyben három izzó sorosan, illetve amelyben három izzó párhuzamosan van kapcsolva! Készítse el mindkét áramkör kapcsolási rajzát is! Mi történik az egyik és a másik áramkörben, ha egy izzó kiég?

Ha egy izzó ellenállása R , mekkora az izzók eredő ellenállása a két áramkörben? Ennek alapján indokolja meg, miért nem lehet egy háztartásban tetszőleges számú elektromos eszközt egyszerre használni!

Soroljon fel két-két esetet, amelyben soros kapcsolást, illetve amelyben párhuzamos kapcsolást kell vagy érdemes alkalmazni!

Eszközök:

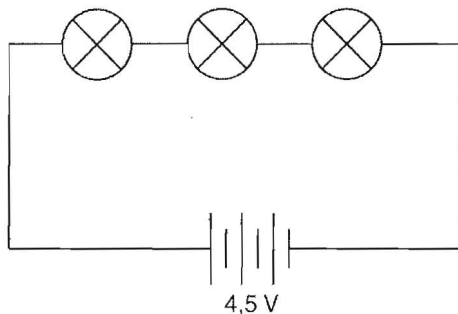
- 6 egyforma zseblámpaizzó foglalatban,
- két egyforma feszültségforrás (például zsebtelep),
- banándugós vezetékek.

Vázlat a kidolgozáshoz

Az áramköröket a kapcsolási rajzok alapján kell összeállítani.

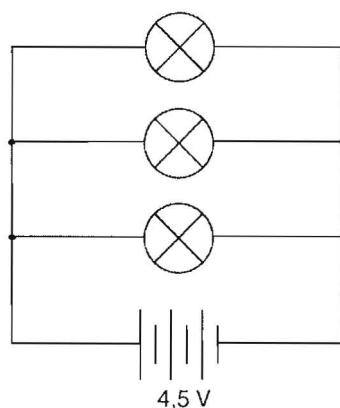
Ha soros áramkörben az egyik izzó kiég (vagy kicsavarjuk), akkor az áramkör megszakad, a másik két izzó sem világít. A párhuzamos áramkörben a másik két izzó ilyenkor is világít (csak a kiégett izzó mellékágában nem folyik áram).

A sorosan kötött izzók eredő ellenállása:
 $R_c = R + R + R = 3R$.



A párhuzamosan kötött izzók ellenállása:

$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}$, ebből $R_c = \frac{R}{3}$. Vagyis minél több fogyasztót kapcsolunk az áramkörbe, annál kisebb az eredő ellenállás, és annál nagyobb áram folyik a főágban. A háztartási eszközöket is párhuzamosan kapcsoljuk, ezért a biztosíték túl nagy áram esetén megszakítja az áramkört.



Soros kapcsolást érdemes használni: például kapcsolók, biztosítékok, árammérők esetében, vagy ha a fogyasztók névleges feszültsége kisebb a feszültségforrásénál (például karácsonyfaizzók).

Párhuzamos kapcsolást érdemes használni: például feszültségmérők esetében, vagy ha a fogyasztókat nem egyidejűleg akarjuk használni (például háztartási eszközök).

Javasolt értékelés:

Tartalom	Pontszám
Kapcsolási rajzok elkészítése	2×5
Az áramkörök összeállítása	2×8
Eredő ellenállások meghatározása	2×4
Indoklás a háztartási eszközök esetén	5
Példák soros kapcsolásra	2×4
Példák párhuzamos kapcsolásra	2×4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

28. tétel

Az elektromos áram hatásai

A tétel megfogalmazása

Milyen hatásai vannak az elektromos áramnak? Melyik esetében van különbség az egyenáram és a váltakozó áram között?

Mondjon az elektromos áram hőhatásának, illetve a vegyi hatásának hasznosítására, alkalmazására 2-2 példát!

Igazolja a rendelkezésére álló eszközök segítségével, hogy az áramnak van hőhatása! Hogyan támasztják alá az elektrolízis törvényei az elemi töltés létezését? Kinek a nevéhez fűződik ezeknek a törvényeknek a megállapítása?

Eszközök:

- 4,5 V-os zsebletep,
- 50–75 cm³-es főzőpohár vízzel,
- ellenálláshuzal (spirális), vagy az erre a célra készült kaloriméter,
- hőmérő,
- banándugós vezetékek,
- krokodilcsipeszek.

Vázlat a kidolgozáshoz

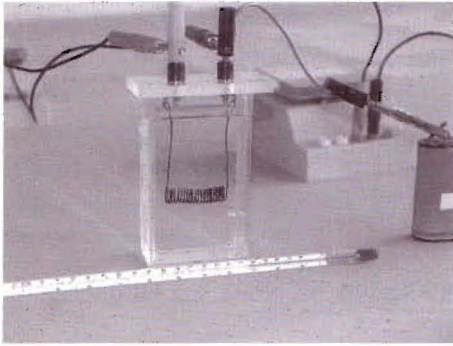
Az elektromos áram hatásai: mágneses, vegyi, hő- és biológiai hatás.

Különbségek az egyenáram és a váltakozó áram között:

- *hőhatás esetében:* nincs, mivel független az áram irányától;
- *mágneses hatás esetében:* mindkettőnek van mágneses hatása, de egyenáram esetében időben állandó, váltakozó áram esetében változó mágneses mező jön létre;
- *vegyi hatás esetében:* váltakozó áram esetében nincs, mivel az egyik fél periódusban lezajló folyamatok a következő fél periódusban ellentétes irányban mennek végbe (az elektródákon kiváló anyagok újra az elektrolitba mennek);
- *biológiai hatás esetében:* elsősorban az áramerősség szabja meg, váltakozó áram esetében nemcsak az áramerősségtől, hanem a frekvenciától is függ. Az egyenáram hatása elektrolizáló hatása következtében általában kedvezőtlenebb.

Feladatok elvégzése:

Az ábra szerinti áramkört állítsuk össze! Mérjük meg a víz kezdeti hőmérsékletét, majd két-három perc múlva újra olvassuk le a hőfokot!



Tapasztalat: A víz hőmérséklete két-három perc alatt néhány fokkal emelkedett.

Következtetés: Az elektromos áramnak van hőhatása.

Hőhatás felhasználása: izzólámpa, elektromos főzőlap, elektromos kályha, vasaló, merülőforraló, olvadóbiztosíték stb.

Vegyhatás felhasználása: alumíniumkohászat (timföld elektrolízise), galvanizálás. Az elektrolízis során egy mólnyi anyag kiválásához ugyanakkora töltésmennyiségre (96 500 C), illetve ennek egész számú többszörösére van szükség minden anyag esetében. Mivel minden anyag egy mólnyi mennyisége ugyanannyi atomot tartalmaz, egy atom kiválásához mindig egy meghatározott töltés, azaz az elemi töltés egész számú többszörösére van szükség.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A hatások felsorolása	4×3
Különbségek megállapítása	4×3
A kísérlet elvégzése	8
Példák felsorolása a felhasználásra	4×3
Az elemi töltés létezésének alátámasztása	9
Faraday megnevezése	2
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

29. tétel

Az elektromos munka és teljesítmény

A tétel megfogalmazása

Hogyan határozható meg az elektromos munka és teljesítmény? (Váltakozó áramra is gondoljon! Értelmezze is a váltakozó áram esetében szereplő mennyiségeket!) Állítson össze két egyforma feszültségforrásból és négy egyforma izzóból két áramkört, amelyek közül az egyikben két izzó sorosan, a másikban pedig párhuzamosan van bekötve! Hasonlítsa össze az izzók fényerejét a két áramkörben! Mit tapasztal? A feszültség- és áramerősség-viszonyok összehasonlításával magyarázza meg az izzók teljesítménye közötti különbséget!

Eszközök:

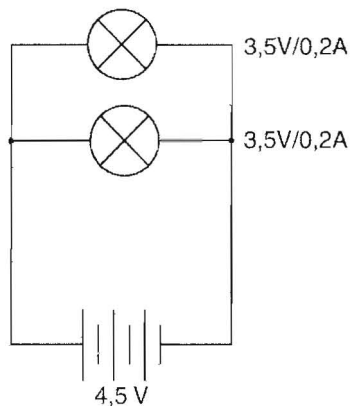
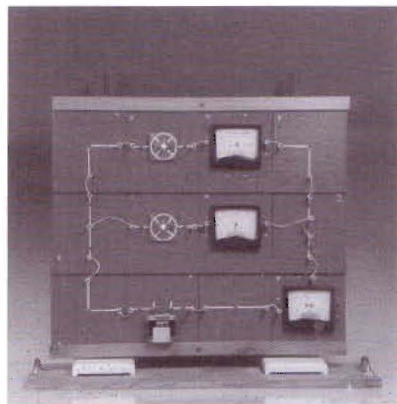
- 4 egyforma zseblámpaizzó foglalatban,
- 2 egyforma feszültségforrás (például zsebtelep),
- banándugós vezetékek,
- krokodilcsipeszek.

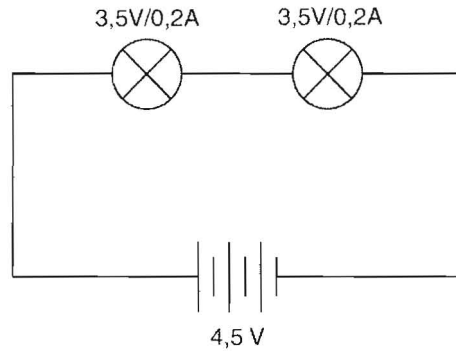
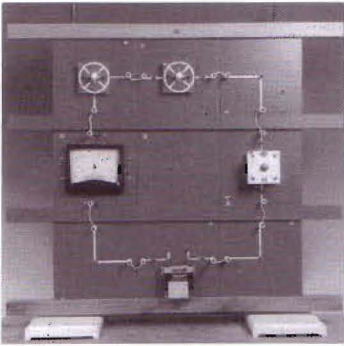
Vázlat a kidolgozáshoz

Az elektromos munka és teljesítmény meghatározása (tankönyv alapján). Váltakozó áram esetében az effektív feszültség és effektív áramerősség meghatározása is (tankönyv alapján).

A feladat elvégzése:

Állítsuk össze az áramköröket!





Tapasztalat: A soros áramkörben az izzók gyengébben világítanak.

Az izzók feszültségének összehasonlítása a két áramkörben: A párhuzamosan kötött izzók feszültsége azonos, és megegyezik a telep feszültségével. A soros áramkörben a telep feszültsége megoszlik a két izzó között (egyenlő arányban, hiszen egyformák), így feszültségük feleakkora, mint a párhuzamosan kötött izzóké.

Az izzókon átfolyó áram összehasonlítása a két áramkörben: A soros áramkörben egy izzón feleakkora feszültség esik, mint a párhuzamos áramkörben, így a rajta átfolyó áram is feleakkora, mint a párhuzamos áramkörben (az ellenállásuk megegyezik).

Az izzók teljesítménye $P = U \cdot I$. Mivel a soros áramkörben mindkét tényező feleakkora, mint a párhuzamosban, a sorosan kötött izzók teljesítménye negyede a párhuzamosan kötötteknek. Az izzók fényereje pedig a teljesítményüktől függ.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A munka és a teljesítmény meghatározása	4×3
U_{eff} és I_{eff} értelmezése	4
A két áramkör összeállítása	6+6
A tapasztalat megfogalmazása	3
A teljesítmény függése a feszültségtől és áramerősségtől ($P = U \cdot I$)	4
A feszültségviszonyok összehasonlítása indoklással	8
Áramerősség-viszonyok összehasonlítása indoklással	8
A tapasztalat magyarázata	4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

30. tétel

A mozgási indukció

A tétel megfogalmazása

Értelmezze a mozgási indukció jelenségét! Mitől függ a vezetőben indukálódó feszültség nagysága? Az elmondottakat támassza alá a mellékelt eszközök segítségével bemutatott kísérletekkel! Melyik törvény szabja meg az indukált áram irányát? Kik azok a tudósok, akiknek a nevéhez szorosan kötődik az indukciós jelenségek vizsgálata, technikai felhasználása? Legalább kettőt említsen eredményeivel együtt!

Eszközök:

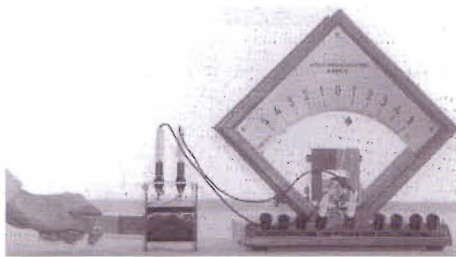
- középállású demonstrációs V/A-műszer,
- három (vasmág nélküli) tekercs (300, 600 és 1200 menetes iskolai transzformátortekercs),
- 2 db erős rúd mágnes,
- banándugós vezetékek.

Vázlat a kidolgozáshoz

A jelenség értelmezése: Ha mágneses mezőben egy vezetőt mozgatunk, akkor a vezetőben feszültség indukálódik. A jelenség magyarázata, hogy a mozgás következtében a vezetőben lévő elektromos töltésekre hat a Lorentz-erő, ennek hatására a fémrácsban az elektronok elmozdulnak, így töltésszétválasztás következik be. Szükséges feltétel, hogy a vezető sebességének legyen a mágneses indukcióra merőleges összetevője (különben a Lorentz-erő nem lép fel), illetve a vezető hosszának legyen a mágneses indukcióra merőleges vetülete (különben az elektronok nem tudnak a vezető mentén elmozdulni). Ha a vezető egy zárt vezetőkör része, például a két végét összekötjük egy árammérővel, akkor az indukált feszültség hatására a körben áram folyik. (Az áramkör többi része, pl. az árammérő, nyugalomban van.)

Az indukált feszültség nagysága függ a mágneses indukció nagyságától, a vezető sebességétől, a vezető hosszától.

A jelenség akkor is létrehozható, ha a mágneses mező mozog a vezetőhöz képest. A kísérleteket is így egyszerűbb elvégezni.



Feladat elvégzése:

1. Az ábrán szemléltetett módon mozgassunk először egy, majd két, megegyező pólusaikkal összefogott rúd mágnest!

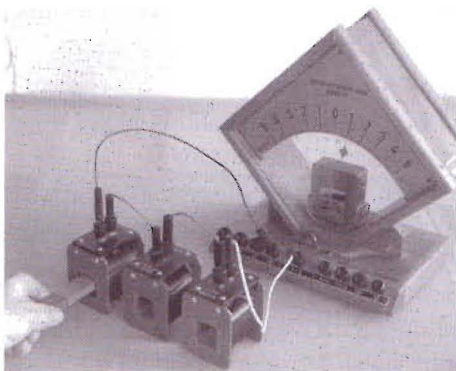
Tapasztalat: A mérőműszer akkor jelez nagyobb feszültséget, amikor két mágnest mozgatunk a tekercsben.

Következtetés: Az indukált feszültség annál nagyobb, minél erősebb mágnessel végezzük a kísérletet, ekkor ugyanis egységnyi idő alatt nagyobb fluxusváltozás következik be.

2. A fenti ábra szerinti összeállításban toljuk a rúd mágnest a tekercsbe először lassan, majd ezt követően gyorsan (nagyobb sebességgel)!

Tapasztalat: A feszültségmérő műszer a mágnes nagyobb mozgatási sebességnél jelez nagyobb értéket.

Következtetés: Az indukált feszültség annál nagyobb, minél nagyobb sebességgel mozgatjuk a mágnest, azaz minél nagyobb az egységnyi idő alatt bekövetkező fluxusváltozás.



3. Kapcsoljuk a három transzformátortekercset sorosan a feszültségmérő műszerre! Toljuk be a rúd mágnest egymást követően a tekercsekbe, és figyeljük a műszer kilendülését!

Tapasztalat: Annál nagyobb feszültséget jelez a műszer, minél nagyobb a tekercs menetszáma.

Következtetés: A nagyobb menetszám hosszabb vezetőt jelent, tehát minél nagyobb a mágneses mezőben mozgó vezető hossza, annál nagyobb feszültség indukálódik.

Az indukált feszültség következtében fellépő áram irányát a Lenz-törvény szabja meg. A Lenz-törvény szerint az indukált áram iránya olyan, hogy hatásával akadályozni igyekszik az indukciót létrehozó hatást. A kísérletekben például a tekercsekben induló áram olyan irányú lesz, hogy a mágnes betolásakor az áram mágneses mezője taszítja a mágnest (akadályozza a betolást), kihúzásakor pedig vonzza

(akadályozza a kihúzást). A Lenz-törvény az energiamegmaradás törvényének speciális esete.

Megemlíthető tudósok, felfedezők:

- Faraday (az indukciós jelenségek felfedezése, kísérleti vizsgálata, törvényszerűségeik megállapítása, az elektromotor és a generátor alapelvének kidolgozása);
- Jedlik Ányos (a dinamó feltalálása);
- Maxwell (az elektromágnesség elméletének matematikai formába öntése).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A mozgási indukció jelenségének értelmezése	7
Az indukált feszültség nagyságát befolyásoló tényezők meghatározása	6
A Lenz-törvény megfogalmazása, értelmezése	6
Fizikatörténeti vonatkozások említése (tudósok megnevezése egy-egy eredményükkel)	2×5
A kísérlet megtervezése és összeállítása	5
A kísérlet elvégzése, bemutatása (menetszámtól, a mágnes erősségétől, a mozgás sebességétől való függés)	3×4
A kísérletek eredményének értelmezése (miért támasztják alá az elmondottakat)	3×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

31. tétel

A váltakozó áram

A tétel megfogalmazása

A mai elektromos hálózatokban váltakozó áramot használunk. Milyen mennyiségekkel jellemezhetjük a váltakozó áramot?

Az erőművekben előállított váltakozó áramot magas feszültségre transzformálják, és így juttatják el nagy távolságokra az elektromos energiát. Miért előnyösebb a magas feszültség?

A rendelkezésére álló eszközökkel mutassa be a transzformátor működését! Milyen jelenségen alapszik a működése? Milyen célt szolgál a vasmag? Vizsgálja meg különböző menetszámú tekercsek felhasználásával, hogy miként határozza meg a primer és a szekunder tekercs menetszáma a szekunder feszültség értékét! Legalább 4 mérést végezzen!

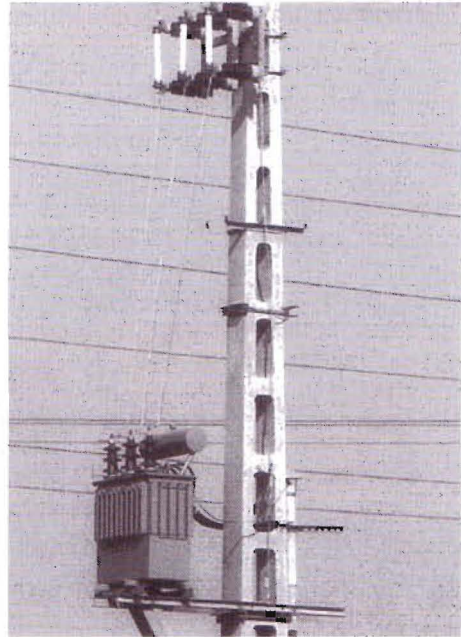
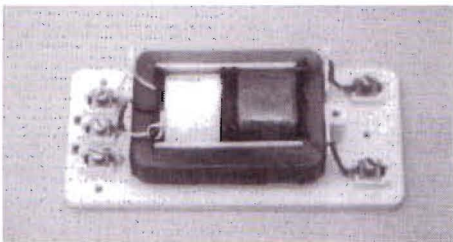
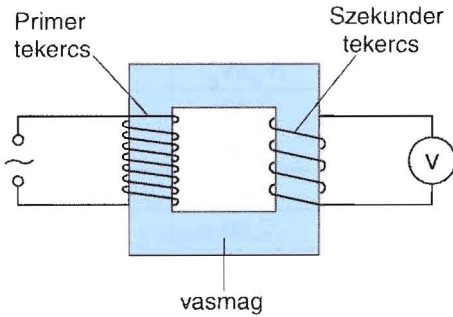
Kinek a nevéhez fűződik a transzformátor működését lehetővé tevő jelenség felfedezése, kísérleti vizsgálata? Mikor élt?

Eszközök:

- iskolai transzformátor zárt vasmaggal,
- 300, 600, 1200 menetes tekercsek,
- két db váltakozó áramú feszültségmérő,
- kis feszültségű (max. 6 V) váltakozó áramú áramforrás,
- banándugós vezetékek.

Vázlat a kidolgozáshoz

A váltakozó áram nagysága és iránya periodikusan változik. Jellemző mennyiségei a maximális feszültség, a maximális áramerősség, a frekvencia vagy a periódusidő. A maximális értékek helyett általában az effektív feszültséget, illetve az effektív áramerősséget adják meg jellemző adatként. U_{eff} és I_{eff} értelmezése (tankönyv alapján). A háztartásokban is használt váltakozó áram feszültsége az időnek szinuszos függvénye. Az ilyen áramok esetében $U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$, és hasonló összefüggés érvényes az áramerősségre is.

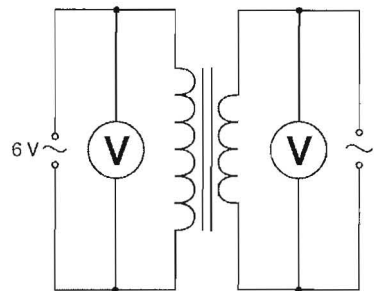


Elektromosságtan

Az áram hőhatása miatt a vezetékeken mindig fellép veszteség, amelynek nagysága elsősorban az áramerősségtől függ. Ha az elektromos energia szállítása magas feszültségen történik, akkor az áramerősség kisebb, így a veszteség is kisebb. A fel-, illetve letranszformálás transzformátorral történik.

A transzformátor két, közös vasmaggal rendelkező tekercsből áll. A megváltoztatni kívánt feszültséget az egyik tekercs kivezetéseire kötik (ez a primer tekercs). A tekercsben folyó váltakozó áram mágneses mezője szintén váltakozó lesz, ezért elektromos mezőt indukál, amelynek hatására a másik tekercsben (szekunder tekercs) váltakozó feszültség indukálódik. Ez a jelenség a nyugalmi indukció. Veszteségmentes, azaz ideális transzformátor esetén az energiamegmaradás törvénye miatt a primer és a szekunder feszültségek, illetve áramerősségek között a következő összefüggés áll fenn: $U_p \cdot I_p = U_{sz} \cdot I_{sz}$.

A transzformátor működésének bemutatása: A kapcsolási ábra szerinti áramkörben mérjük primer és szekunder feszültséget legalább három különböző tekercskombinációban!



Tapasztalat: (a lehetséges összeállításokat megmérve)

N_p	N_{sz}	U_p (V)	U_{sz} (V)	N_{sz}/N_p	U_{sz}/U_p
300	600		11,9	2,00	1,98
300	1200		24,3	4,00	4,05
600	300	6	2,8	0,50	0,47
600	1200		12,1	2,00	2,01
1200	300		1,4	0,25	0,23
1200	600		2,8	0,50	0,47

Következtetés: A primer és szekunder feszültség aránya megegyezik a primer és szekunder tekercsek menetszámarányával.

A vasmag erősíti a mágneses mezőt, illetve a tekercsek belsejében „koncentrálja”.

A nyugalmi indukció felfedezése Michael Faraday nevéhez fűződik, aki a XIX. században élt.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Jellemző mennyiségek megadása (U_{max} , U_{eff} , f vagy T , I_{max} , I_{eff})	5×2
Effektív értékek meghatározása	6
A magas feszültség előnye (kisebb hőhatás, kisebb energiaveszteség)	5
Áramkör összeállítása a transzformátor bemutatásához	6
A transzformátor működésének bemutatása	6
A menetszámok és a feszültségek közötti összefüggés	6
A jelenség megnevezése (nyugalmi indukció) és a működés értelmezése	7
A vasmag szerepe	5
A tudós megnevezése (Faraday, XIX. sz.)	4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

32. tétel

Elektromágneses hullámok

A tétel megfogalmazása

Sorolja fel frekvencia szerinti sorrendben, milyen elektromágneses hullámokat ismer! Válasszon ki egyet, és ismertesse tulajdonságait a következő szempontok alapján: milyen jelenség során jön létre, vagy milyen eszközzel állítható elő; milyen terjedési tulajdonságai vannak; van-e élettani hatása és milyen; gyakorlati felhasználás!

Mutassa be egy zsebrádió vagy két mobiltelefon segítségével, hogy a fémek az elektromágneses hullámokat leárnycolják, míg a szigetelő anyagok átengedik!

Az elektromágneses hullámok melyik tartományának felhasználásával készülhetett a mellékelt felvétel? A szóban forgó hullámok milyen tulajdonságai teszik lehetővé ilyen felvételek készítését?

Nevezzen meg legalább két tudóst egy-egy eredményével, akinek jelentős érdemei voltak az elektromágneses hullámok felfedezésében, tulajdonságaik vizsgálatában!

Eszközök:

- 2 db mobiltelefon,
- zsebrádió vagy táskarádió,
- alufólia,
- csomagolópapír,
- röntgenfelvétel.



Vázlat a kidolgozáshoz

Az elektromágneses színek tartományai növekvő frekvencia szerinti sorrendben: rádióhullámok; infravörös sugárzás (hősugárzás); látható fény; ultraibolya sugárzás; röntgensugárzás; γ -sugárzás. (A frekvenciaadatok a függvénytáblázatban megtalálhatók.)

Hullámhossz λ (m)	Frekvencia f (Hz)	Fotonenergia E (J)	Megnevezés
10^6	$3 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^{-30}$	hangfrekvenciás tartomány
10^3	$3 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^{-27}$	rádiófrekvenciák
10^0	$3 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^{-24}$	
10^{-3}	$3 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^{-21}$	mikrohullámok
10^{-6}	$3 \cdot 10^{14}$	$2 \cdot 10^{-18}$	infravörös
380 nm- 780 nm	$789,5 \cdot 10^{12}$ $384,6 \cdot 10^{12}$	$0,523 \cdot 10^{-18}$ $0,255 \cdot 10^{-18}$	látható fény ultraibolya
10^{-9}	$3 \cdot 10^{17}$	$2 \cdot 10^{-15}$	röntgen- sugárzás
10^{-12}	$3 \cdot 10^{20}$	$2 \cdot 10^{-12}$	gamma- sugárzás
10^{-15}	$3 \cdot 10^{23}$	$2 \cdot 10^{-9}$	kozmikus sugarak

Jellemzés: Vákuumban minden elektromágneses hullám fénysebességgel terjed. Megfelelő eszközökkel, illetve körülmények között mindegyikkel kimutathatók a hullámjelenségek. Az elektromágneses hullámok transzverzálisak, tehát megfelelő eszközzel polarizálhatóak.

Rádióhullámok: Előállításuk nyitott rezgőkörrel (antennával) történhet, egyes csillagászati objektumok is kibocsátanak rádióhullámokat. Terjedési tulajdonságaik némileg különböznek, attól függően, hogy hosszú-, közép- vagy rövidhullámokról van-e szó. A hosszúhullámok például követik a Föld görbületét, míg a rövidhullámok nem. Az ionoszféráról visszaverődnek. A fémek leányékolják, azaz nem engedik át őket. Felhasználásuk: telekommunikáció, rádiócsillagászat. Nem tudunk kimutatható élettani hatásról.

Infravörös sugárzás: Minden test kibocsát hőmérsékletétől függő frekvenciájú hő-sugárzást. Ez teszi lehetővé például az infrakamerák működését, amelyek sötétben is „látanak”. A hő-sugárzást bőrünkkel érzékeljük (elég nagy frekvencia esetén).

Látható fény: Az atomban kötött elektronok alacsonyabb energiaszintre jutáskor a látható fény tartományába eső sugárzást bocsátanak ki, ha a két állapot közötti energiakülönbség megfelelő nagyságú (ugyanígy kibocsátanak infravöröst és ultraibo-

lyát is megfelelő energiakülönbség esetén). A látható fényt szemünkkel érzékeljük, a külvilágról szerzett információink döntő többsége ebből származik. A különböző frekvenciájú fényeket különböző színekként érzékeljük. Összes optikai eszközünk (például távcső, mikroszkóp stb.) működése a fénytani jelenségeken alapszik. Mivel az atomok által kibocsátott fény(ek) frekvenciája jellemző a kibocsátó atomra, a színképelemzés az anyagi minőség megállapítását teszi lehetővé.

Ultraibolya sugárzás: Keletkezését lásd az előző bekezdésben. Viszonylag nagy energiája miatt képes a szerves molekulák szerkezetét megváltoztatni, ezért alkalmas például fertőtlenítésre, a bőr barnítására, nagyobb energiájú sugárzás esetén bőrrákot okozhat. A légkör ózonrétege nem engedi át a kozmoszból (a Napból) érkező sugárzást, ezért veszélyes az „ózonlyuk” kialakulása.

Röntgensugárzás: A Nap sugárzása is tartalmaz röntgensugárzást, képződhet elektronok atomokba ütközése során. Nagy energiájú, nagy áthatoló képességű sugárzás. A „kemény” (nagyobb energiájú) sugárzás szövetroncsolódást okozhat. A „lágyszó” (kisebb energiájú) sugárzást gyógyászati célokra, orvosi vizsgálatokra, anyagszerkezeti vizsgálatokra alkalmazzák. Ezt az teszi lehetővé, hogy különböző módon nyelődik el a különböző szövetekben, anyagokban, például az emberi test lágyszóvetein kisebb-nagyobb mértékben áthatol, de a csontokon nem.

γ -sugárzás: Az atommag bocsáthatja ki (a radioaktív sugárzások egyik fajtája). Olyan kicsi a hullámhossza, hogy a hullámjelenségeket csak nagyon speciális feltételek mellett lehet vele kimutatni. Roncsolhatja, illetve módosíthatja a DNS-molekulákat, például a növénynemesítésben használják mutáns fajok előállítására. A világegyetemből is érkezik igen nagy energiájú γ -sugárzás, ezt kozmikus sugárzásnak is nevezik.

Feladatok elvégzése: Létesítsünk kapcsolatot a két mobiltelefon között (hívjuk fel az egyiket a másikat), igazolásképpen, hogy működik mindkét készülék! A hívást ismételjük meg az alábbiak szerint: először a hívott telefont burkoljuk be alufóliával, majd a hívó készüléket! (Ez utóbbit úgy, hogy beütjük a hívandó számot, ujjunkat rátesszük a hívógombra, bebugyoláljuk a telefont kezünkkel együtt, majd megnyomjuk a hívógombot.)

Tapasztalat: Ha a hívott telefonkészüléket burkoljuk be alufóliával, akkor az nem csöng ki hívása esetén. Ha a hívó készüléket burkoljuk be, akkor azzal nem lehet hívni más telefonokat.

Következtetés: Az elektromágneses hullámok a fémfelületen nem haladnak át, azon visszaverődnek, abban elnyelődnek.

Kapcsoljuk be a rádiót! Burkoljuk be először csomagolópapírral, majd alufóliával!

Tapasztalat: A rádió tovább működik, ha csomagolópapírral borítottuk be, de nem szól, ha alufóliát tekertünk rajta körbe.

Következtetés: Az elektromágneses hullámok a szigetelő felületen képesek áthatolni, míg a fémfelület leárnyékolja azokat (nem engedi át).

A kép röntgensugárzás segítségével készült. A megfelelő (nem túl kemény) röntgensugárzás az emberi test lágy részein áthatol, de a csontokon nem. A felvétel készítését az teszi lehetővé, hogy a röntgensugárzás a fotolemezt megfeketi.

Megemlíthető tudósok:

- Röntgen (röntgensugárzás felfedezése),
- Maxwell (az elektromágnesség elméletének kidolgozása, amelynek alapján következtetni lehetett az elektromágneses hullámok létezésére),
- Hertz (rádióhullámok létezésének kimutatása),
- Bohr (vonalas színeképzésének magyarázata a Bohr-modell alapján),
- Rutherford (a γ -sugárzás semlegességének kimutatása),
- Newton (a fény természetének vizsgálata),
- Einstein (a fotoeffektus magyarázata a fény kvantumosságával).

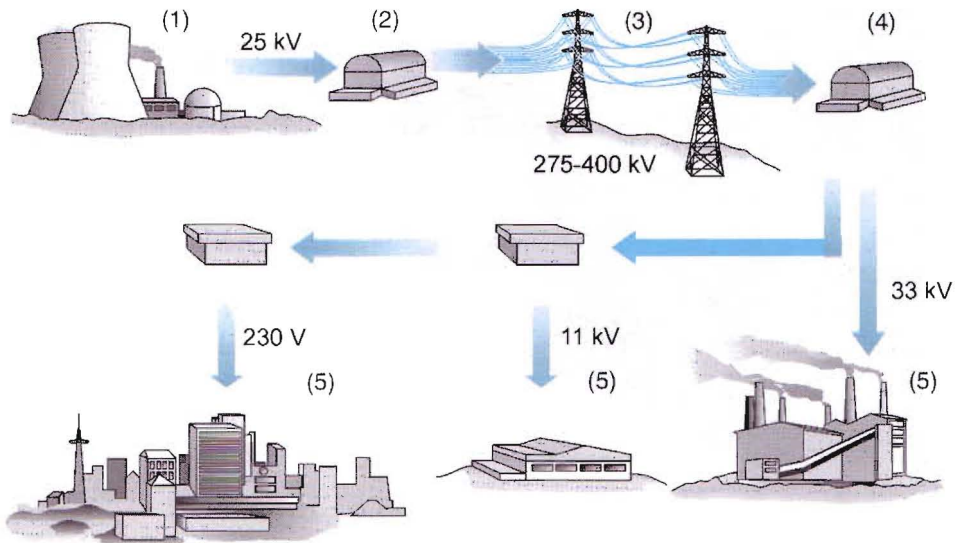
Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Felsorolás (rádióhullámok, infravörös, látható fény, ultraibolya, röntgen-, γ -sugárzás) helyes sorrendben	7
A kiválasztott tartomány tulajdonságainak ismertetése	4×5
Kísérleti igazolás	2×5
A röntgensugárzás felhasznált tulajdonságainak megnevezése	2×5
Tudósok megnevezése eredményeikkel	2×4
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

33. tétel

Az elektromos energia szállítása és felhasználása

A tétel megfogalmazása



Az ábra az elektromos energia útját mutatja az előállítástól a fogyasztóig. Nevezze meg a rendszer elemeit! Melyiknek mi a szerepe? Melyik elem része a generátor? A generátormodell segítségével ismertesse a generátor működését! Miért történik magas feszültségen az energiaszállítás? Miért előnyösebb a váltakozó feszültség és áram használata az egyenárammal szemben?

Vázlat a kidolgozáshoz

A rendszer elemei: erőmű (1), transzformátor (2, 4), távvezeték (3), fogyasztó (5).
Az erőmű szerepe: valamilyen energiaforrás felhasználásával (hő-, helyzeti, nukleáris energia) elektromos energia előállítása. A generátor az erőmű része.
A generátor szerepe: a mechanikai energia átalakítása elektromos energiává.
A transzformátor szerepe: az előállított váltakozó feszültség feltranszformálása magasfeszültségre a szállításhoz, illetve letranszformálása a fogyasztóhoz való eljuttatása előtt.

A távvezeték szerepe: az elektromos energia szállítása.

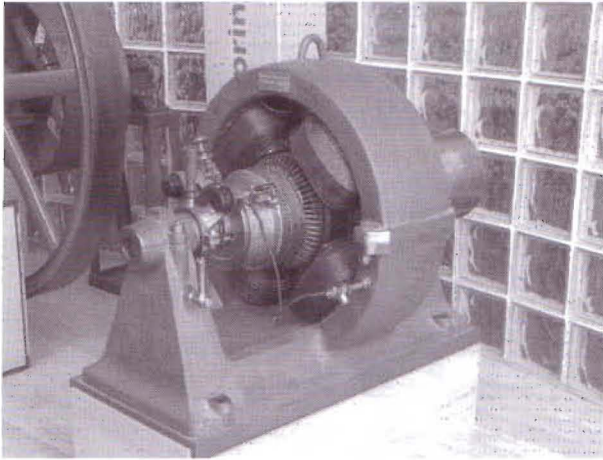
A fogyasztó szerepe: az elektromos energia felhasználása az áram valamelyik hatása segítségével.

A generátor fő részei: állórész és forgórész. A forgórészt a vele közös tengelyű víz-, gáz- vagy gőzturbina hozza forgásba. Az elektromágnesek keltette mezőben forognak azok a tekercsek, amelyeknek kivezetései között a mozgási indukció következtében a feszültség indukálódik. A tekercsek kivezetéseinek (mivel ezek is forognak) elektro-

mos csatlakozását a hozzájuk nyomódó „leszedőkefék” segítségével oldják meg.

A generátor váltakozó feszültséget állít elő, ennek egyenirányítása külön technikai megoldást igényelne. Az egyenáram nem transzformálható, ezért nem lehetne nagyfeszültségen szállítani az elektromos energiát.

A nagyfeszültségen történő szállítás előnyeit lásd *A váltakozó áram* című tételben.



Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Az elemek megnevezése	4×3
A generátor helyének meghatározása	3
Funkciók meghatározása	4×4
A generátor fő részeinek megmutatása és megnevezése	4
A generátor működésének ismertetése	6
Magasfeszültség indoklása	6
Váltakozó áram előnyeinek megadása	8
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

34. tétel

Geometriai optika. Tükrök

A tétel megfogalmazása

Ismertesse, milyen jelenségek játszódnak le, ha egy fénysugár tükröző felületre érkezik! Milyen törvényszerűségek írják le ezeket a jelenségeket?

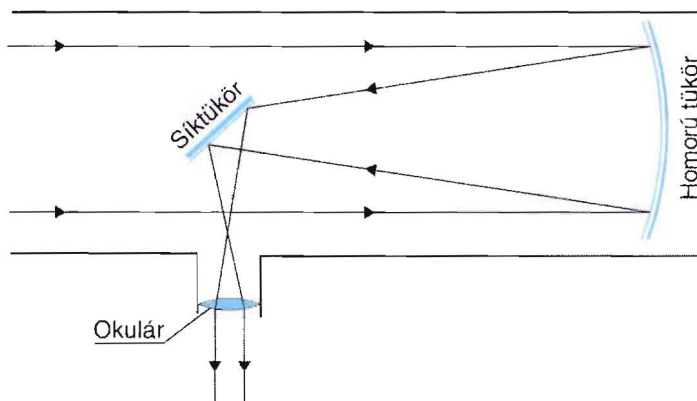
Csoportosítsa a jelenlévő eszközöket (síktükör, domború tükör, homorú tükör) és jellemzőiket mondja is el!

Válassza ki azt, amelyik alkalmas valódi kép létrehozására, és mutassa is be a képalkotását!

Készítsen rajzot a képalkotásról a nevezetes sugármenetek felhasználásával!

Említse legalább három példát a fenti eszközök gyakorlati alkalmazására, illetve fontosságára a mindennapi életben!

Ismertesse a tükrös távcső működését az alábbi rajz alapján!



Eszközök:

- homorú tükör (borotválkozótükör),
- domború tükör,
- síktükör,
- ernyő,
- opálizzó foglalattal,
- gyertya.

Vázlat a kidolgozáshoz

A fényvisszaverődés jelensége (tankönyvek alapján).

A fényvisszaverődés törvénye (tankönyvek alapján).



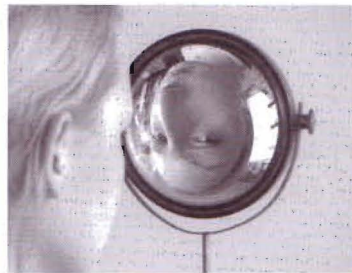
A síktükör egyenes állású, látszólagos, a tárgy nagyságával megegyező nagyságú képet ad. Síktükör például a szobátükör, a periszkópban lévő tükör.



A domború tükör egyenes állású, látszólagos, kicsinyített képet ad, akármekkora távolságban is van a tárgy a tükörtől. Ilyen például a visszapillantó tükör.

A homorú tükör, attól függően, hol van a tárgy a tükör fókuszpontjához képest, adhat valódi és látszólagos képet is.

A valódi kép lehet nagyított és kicsinyített, a látszólagos kép mindig nagyított.



A kép keletkezésének bemutatása: Tartsuk a tükröt magunk elé, majd lassan távolítsuk! Az a távolság, amelyben a kép előtűnik, a tükör fókusz távolsága. Ezután helyezzük a gyertyát ennél kicsit nagyobb távolságban a tükör elé, majd a tükröt a gyertyával együtt mozgassuk, míg a tükörrel szemközti falon megjelenik a gyertya

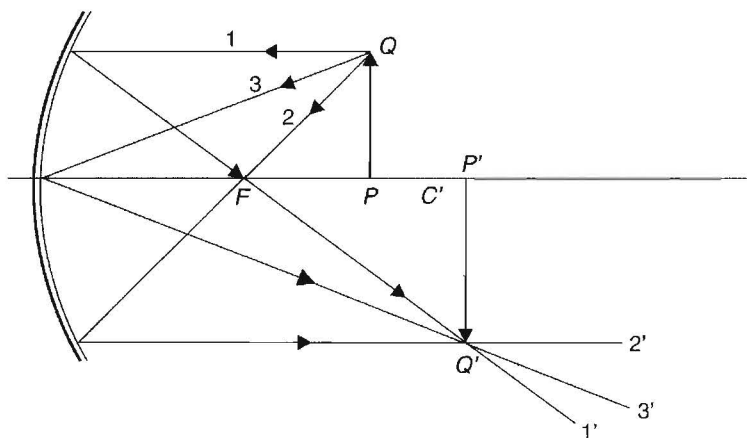
éles képe! Helyezzük az opálizzót a kétszeres fókusz távolságnál nagyobb távolságra a tükör elé! Mozgassuk az ernyőt a tükör és az izzó között, amíg az ernyőn megjelenik az izzó éles képe! (Vigyázzunk, hogy az ernyő ne takarja el az izzót a tükör elől!)

Tapasztalat: A gyertyáról nagyított, fordított állású kép keletkezik a falon, az opálizzóról kicsinyített, fordított állású az ernyőn.

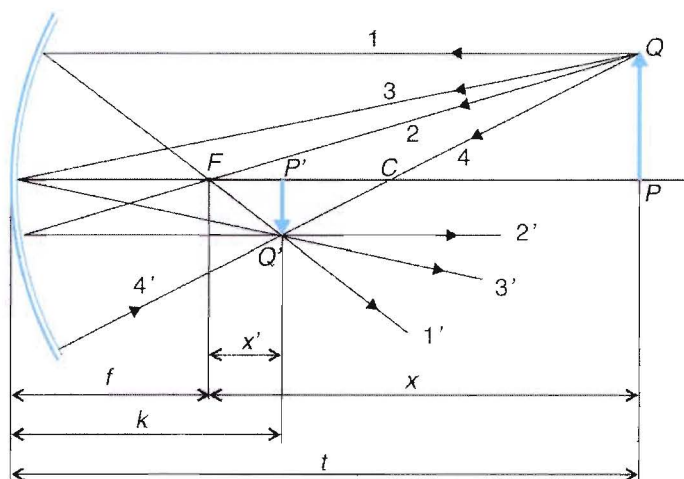
Tükrös távcső működése (tankönyv alapján).

Következtetés: Valódi képet kétféleképpen hozhatunk létre homorú tükörrel:

- Ha a tárgy a fókuszpont (F) és a görbületi középpont (C) között van, akkor valódi, nagyított, fordított állású kép keletkezik a görbületi középponton kívül;



- Ha a tárgy a görbületi középponton kívül van, akkor valódi, kicsinyített, fordított állású kép keletkezik a fókuszpont és a görbületi középpont között.



Tükröstávcső működése (tankönyv alapján).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Fényvisszaverődés és törvénye	10
Tükrök csoportosítása, jellemzésük	10
Homorú tükör kiválasztása	4
Képalkotás bemutatása	2×4
Képalkotás lerajzolása	2×4
Példák említése	6
Tükrös távcső ismertetése	9
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

35. tétel

Geometriai optika. Lencsék

A tétel megfogalmazása

Ismertesse, milyen jelenségek játszódnak le, ha egy fénysugár más törésmutatójú közeg határára érkezik!

Csoportosítsa az asztalon kiállított lencsákat! Jellemezze is azokat a képalkotás szempontjából!

Hozzon létre valódi képet a gyűjtőlencsével! Az elvégzett kísérletben keletkező képet szerkessze is meg!

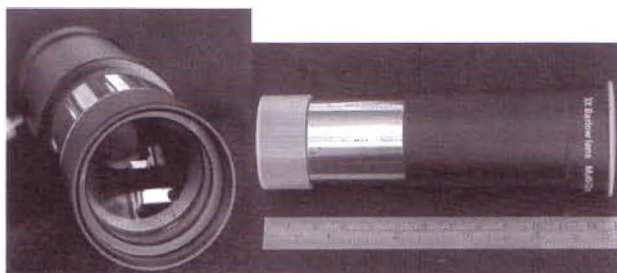
Ismertesse a következő eszközök egyikének működését: diavetítő, távcső, mikroszkóp, fényképezőgép!

Eszközök:

- gyűjtőlencsék (lupék),
- szórólencsék,
- gyertya,
- ernyő,
- opálizzó foglalattal.

Vázlat a kidolgozáshoz

Ha a fénysugár új közeg határára érkezik, részben visszaverődik, részben behatol az új közegbe (ha az átlátszó). Ez a jelenség a fénytörés. Fénytörés és törvénye (tan-könyv alapján).



A lencsék működése a fénytörés jelenségén alapszik.

Feladatok elvégzése:

A gyűjtőlencsével állítsunk elő képet a gyertyáról és az opálizzóról a falon, illetve az ernyőn (füzetlapon)!

Tapasztalat:

A domború (középen vastagabb) lencsék a gyűjtőlencsék, a homorú (középen vékonyabb) lencsék a szórólencsék (levegőben).

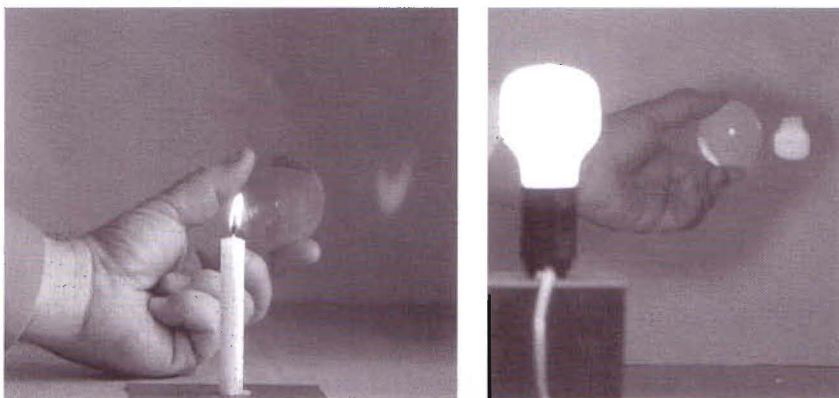
A szórólencse mindig látszólagos, egyenes állású, kicsinyített képet ad.

A gyűjtőlencse, attól függően, hol van a tárgy, adhat látszólagos és valódi képet is.

A képalkotás bemutatása:

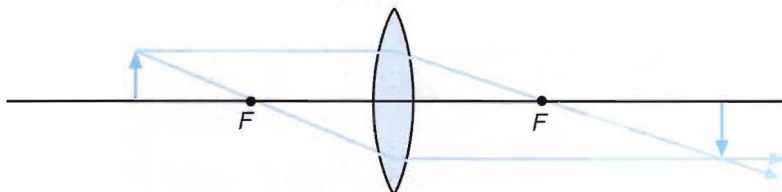
Helyezzük a lencsét a gyertya (izzó) és az ernyő (fal) közé és mozgassuk addig, amíg az ernyőn (a falon) meg nem jelenik a gyertya (izzó) valódi képe.

A gyertyáról nagyított, fordított állású kép keletkezik a falon, az opálizzóról kicsinyített, fordított állású az ernyőn.

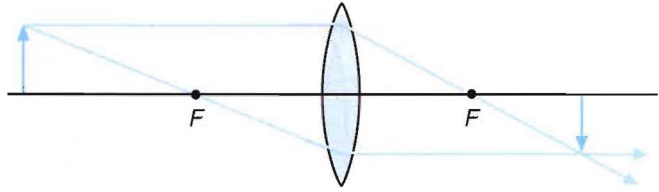
*Következtetés:*

Valódi képet kétféleképpen hozhatunk létre gyűjtőlencsével:

- Ha a tárgy a fókuszponthon kívül és a kétszeres fókusz távolságon belül van, akkor valódi, nagyított, fordított állású kép keletkezik a kétszeres fókusz távolságon kívül.

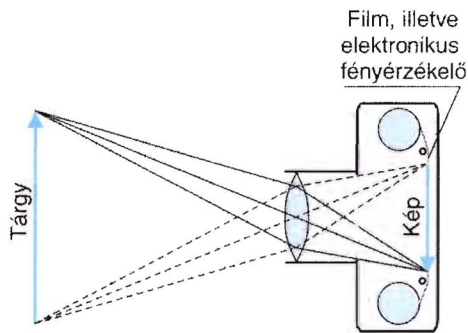


- Ha a tárgy a kétszeres fókusz távolságon kívül van, akkor valódi, kicsinyített, fordított állású kép keletkezik a fókuszponton kívüli és a kétszeres fókusz távolságnyi ponton belül.

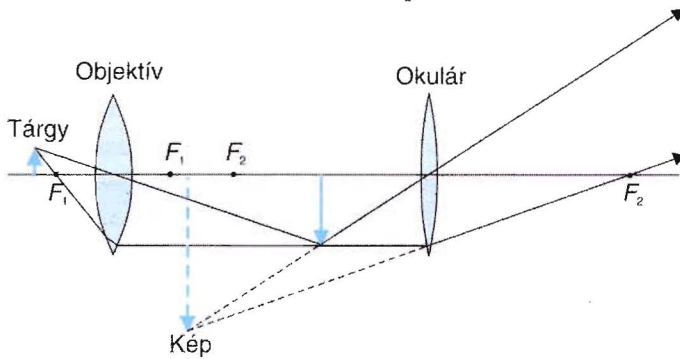


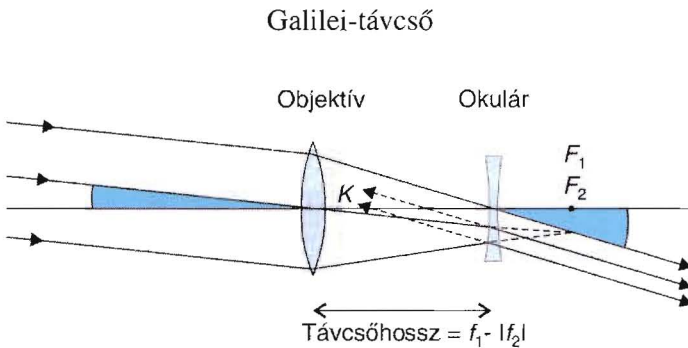
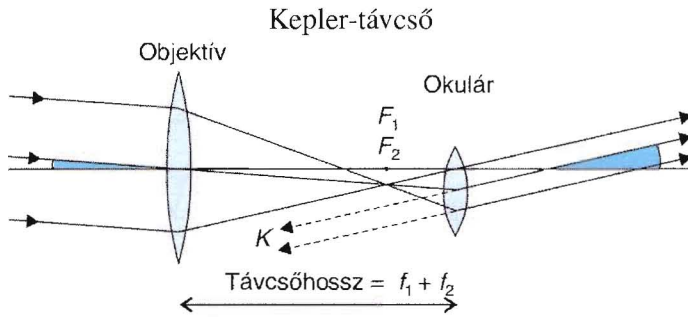
A kiválasztott eszköz ismertetése (tankönyv alapján).

Fényképezőgép



Mikroszkóp





Az ábrák a nagyon távoli tárgyról (csillagokról) érkező fénysugarak útját ábrázolják. A távcsőre nem a képnagyítás, hanem a szögnagyítás jellemző (az ábrákon sötétebb kékkel jelzett szögekre).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Fénytörés és törvényének ismertetése	10
Lencsék csoportosítása	4
Lencsék jellemzése	6
Kísérlet elvégzése	10
Tapasztalat elmondása	8
Keletkezett kép megszerkesztése	8
Optikai eszköz ismertetése	9
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

36. tétel

A fény mint elektromágneses hullám

A tétel megfogalmazása

Ismertesse a fény terjedési tulajdonságait! Jellemezze a fényt a hullámtani fogalmak alapján!

Helyezze el a fényt az elektromágneses hullámok skáláján!

Milyen jelenségek bizonyítják, hogy a fény hullámjelenség?

Soroljon fel minden hullámjelenséghez egy-egy optikai eszközt, amelynek működése az illető hullámjelenségen alapszik!

Figyelje meg prizmán keresztül a gyertya fényét! A tapasztalatok alapján értelmezze a színszóródás jelenségét!

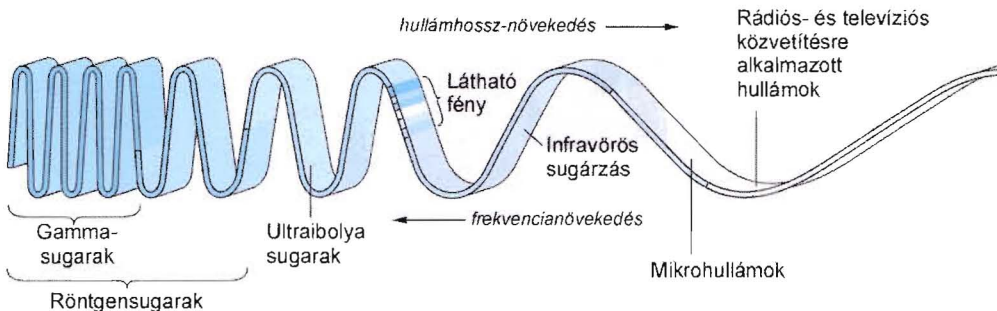
Eszközök:

- prizma,
- gyertya.

Vázlat a kidolgozáshoz

A fény terjedéséhez, hasonlóan a többi elektromágneses hullámhoz, nincs szükség közvetítő közegre. Vákuumban a terjedési sebesség is megegyezik a többi elektromágneses hulláméval: $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

A fény homogén közegben – ha azon át tud hatolni – egyenes vonalban terjed, közegtől függő sebességgel. A látható fény hullámhossztartománya: 400–800 nm. Így az infravörös és az ultraibolya tartomány között helyezkedik el.



A fény hullámtermészetét bizonyítják a hullámjelenségek:

Elhajlás. A szűk nyíláson áthaladó fény elhajlik. Ez azt jelenti, hogy jelenlétét a rés mögötti térben olyan helyeken is tapasztaljuk, amely helyekre – pusztán egyenes vonalú terjedést feltételezve – a fény nem juthatna el.

Interferencia. Ha egy fényforrás fényét kettéválasztjuk, majd a két fénysugarat különböző utak megtétele után ismét egyesítjük, interferencia jöhet létre, melynek eredményeként világos és sötét csíkok láthatók. A világos helyeken a két nyaláb sugarai erősítik, a sötét helyeken gyengítik egymást. A világos csíkok színe megegyezik a fényforrás színével. Ha fehér fényel hozzuk létre az interferenciát, akkor a különböző színű fények különböző helyeken erősítik, illetve gyengítik egymást, ezért a világos csíkok színesek lesznek.

Polarizáció. A fény transzverzális hullám természetét bizonyítja, hogy megfelelő módszerrel a terjedési irányra merőleges összes lehetséges rezgésirányból kiválaszthatunk egyet. Azt a fényt, amelyben a rezgés a terjedési irányra merőleges egyetlen irányban történik, poláros fénynek nevezzük.

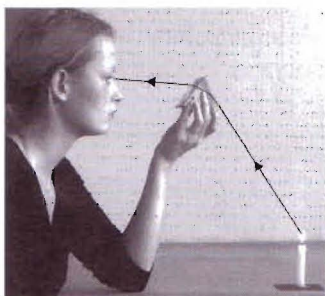
Visszaverődés és törés. Ha új közeg határára ér a fény, akkor visszaverődik, illetve megtörik.

Optikai eszközök:

- visszaverődés: tükrök,
- törés: lencsék, prizmák,
- elhajlás, interferencia: optikai rács,
- polarizáció: polárszűrő.

Feladatok elvégzése:

Gyújtsuk meg a gyertyát, és a prizmán keresztül figyeljük meg a lángját!



Tapasztalat:

A gyertya sárgás lángját a prizmán keresztül a spektrum színeiben, a vöröstől a kékig látjuk tündökölni.

Következtetés:

A prizmán a fényforrás fénye kétszer megtörve színeire bomlik.

Magyarázat:

A különböző színű fényhullámhosszokra más-más a prizma anyagának törésmutatója, ezért a különböző színű fények másképpen törnek meg.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Fény terjedési tulajdonságai	8
Hullámjelenségek	4×5
Helye az elektromágneses hullámok között	7
Kísérlet elvégzése, tapasztalat megfogalmazása	5
Értelmezés	5
Optikai eszközök felsorolása	5×2
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

37. tétel

Az anyag részecsketermészete

A tétel megfogalmazása

Milyen jelenségek, kísérleti tapasztalatok támasztják alá az anyag atomos szerkezetét? Említsen legalább kettőt, és indokolja is, hogy ezek a jelenségek az anyag atomos szerkezetét igazolják!



Ismertesse a fényelektromos jelenséget! Kinek a nevéhez fűződik a jelenség értelmezése? Melyik alapvető XX. századi fizikai elmélet igazolásában játszott fontos szerepet a jelenség?

Mire szolgál a képen látható berendezés, hogyan kapcsolódik az elmondottakhoz?

Vázlat a kidolgozáshoz

Az anyag nem folytonos szerkezetű, hanem elkülönült részecskékből áll. Az ezt alátámasztó tapasztalatok például a következők:

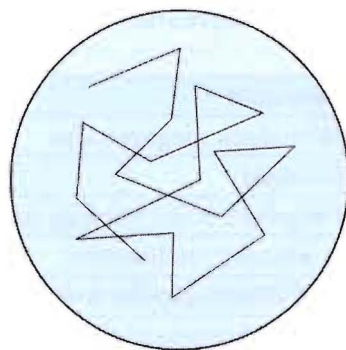
- Brown-mozgás (például a vízben oldott festék szemcséi rendezetlen mozgást végeznek, ami azzal magyarázható, hogy a vízmolekulák minden irányban „lökdösik”);
- diffúzió (egy edényből kiszabaduló gázt idővel jóval távolabb is érzékelünk, ami a gárrészecskék mozgásával magyarázható – például párolgó kölni szagát);
- elektrolízis törvényei (az elektromosságnak is van legkisebb egysége, az elemi töltés);
- fényelektromos hatás (az energia is kvantumos, tehát nem folytonos).

Fényelektromos hatás (fotoeffektus): megvilágítás hatására egyes fémekből elektronok lépnek ki, vagy elveszítik negatív többlettöltésüket. Az elektronkilépés a megvilágítás hatására azonnal bekövetkezik. A kilépő elektronok száma a megvilágító fény erősségétől függ, a kilépő elektronok mozgási energiája (vagy az, hogy kilépnek-e egyáltalán) pedig a fény színétől, azaz frekvenciájától.

A jelenség értelmezése Albert Einstein nevéhez fűződik. Einstein a Planck-féle kvantumhipotézist alkalmazta a jelenségre. Eszerint az energia nem folytonosan terjed, hanem kis „adagokban”, kvantumokban. Einstein a fényben terjedő energia kvantumját fotonnak nevezte el. A Planck-féle formula szerint ennek nagysága a fény frekvenciájával egyenesen arányos. A fény hatására a fémből akkor léphet ki egy elektron, ha a fotont elnyeli, és az így felvett energia elegendő ahhoz, hogy a kilépéshez (a fémrács elhagyásához) szükséges energiát fedezze. A felvett energiának a kilépés után megmaradó része jelenti a kilépő elektron mozgási energiáját. Egy adott fémből való kilépéshez mindig ugyanakkora energia kell. Így minél nagyobb az elnyelt foton energiája, azaz a megvilágító fény frekvenciája, annál nagyobb rész marad belőle mint mozgási energia. A megvilágító fény erőssége a fotonok számát jelenti, több foton pedig több elektron kilépését teszi lehetővé.

Ez az értelmezés a kvantumelmélet igazolásában játszott fontos szerepet, hiszen az energia kvantumos természetének felhasználásával magyarázni lehetett egy addig „rejtélyes” jelenséget.

A képen látható berendezés „naperómű”. A napfény hatására a fényelektromos hatás következtében a napelemek anyagából elektronok lépnek ki, így megfelelő technikai megoldással például egy akkumulátort fel lehet tölteni. A berendezést el lehet forgatni, hogy mindig a lehető legnagyobb szögben ériék a napsugarak.



Egy festékszempce mozgása vízben

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Jelenségek megnevezése	2×4
Indoklás	2×5
Fényelektromos jelenség ismertetése (csak leírás)	6
A jelenség értelmezése:	
A Planck-hipotézis megfogalmazása és felhasználása	6
A frekvencia szerepének magyarázata	6
A megvilágítás erőssége, szerepének magyarázata	4
Einstein megnevezése	3
A kvantumelmélet megnevezése	3
A berendezés lényegének leírása	6
A témához való kapcsolódás megfogalmazása	3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

38. tétel

Az atom szerkezete

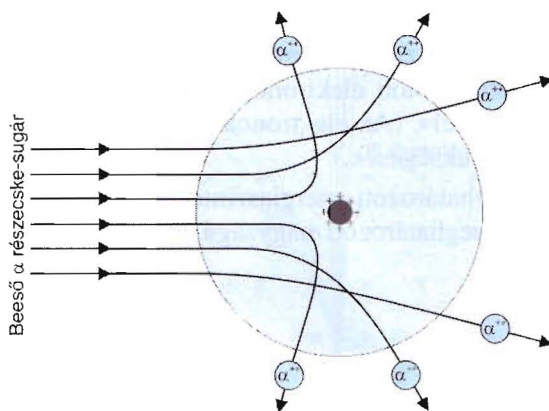
A tétel megfogalmazása

Az ábra segítségével ismertesse Rutherford szórási kísérletét! Miért játszott fontos szerepet az atom szerkezetének megismerésében?

Miben különbözik a Rutherford-féle atommodell a Bohr-félétől?

Melyek az elektronburok szerkezetét megszabó legfontosabb törvényszerűségek, szabályok?

Említsen legalább egy kísérleti tényt, tapasztalatot, amely azt támasztja alá, hogy az elektronok csak meghatározott energiaszinteket foglalhatnak el az elektronburokban!



Vázlat a kidolgozáshoz

Rutherford vékony aranyfóliát bombázott α -részecskékkel. Azt tapasztalta, hogy az α -részecskék nagy része akadálytalanul áthatott a fólián, kis részük pedig szinte „visszapattant” róla. Rutherford ezt azzal magyarázta, hogy az aranyfóliát alkotó atomok nem folytonosan töltik ki a teret, hanem tömegük nagy része egy kicsi, pozitív töltésű magban koncentrálódik. Ezért az α -részecskék többsége a magok közötti, csaknem üres téren áthatol. Csak azok szenvednek nagymértékű irányváltozást, amelyek éppen egy magot találnak el, és a köztük fellépő taszítás miatt visszalökődnek.

Rutherford atommodelljében a mag körül – a mag méretéhez képest nagy távolságokban – keringenek az elektronok, hasonlóan, mint a bolygók a Nap körül.

Mivel a mag körül keringő elektronok gyorsulnak, sugározniuk kellene, ami energiavesztést jelent, így belezuhanának a magba. Rutherford modellje nem magyarázta meg, miért nem történik ez meg. Ezért Bohr a következőképpen módosította modelljét:

– az elektronok csak „megengedett” pályákon keringhetnek az atommag körül, és ezeken a pályákon nem sugároznak energiát;

- a megengedett pályákon az elektron impulzusa, illetve energiája csak meghatározott, a pálya sugarától függő meghatározott érték lehet;
- alapállapotban az elektron a lehetséges legalacsonyabb energiaszintű pályán található;
- magasabb energiaszintre (gerjesztett állapotba) csak akkor juthat az elektron, ha éppen akkora energiát vesz fel, mint amekkora a két pálya energiaszintje közötti különbség, és visszaugráskor is éppen ekkora energiájú fotont sugároz ki.

Azt, hogy az elektron melyik pályán van, azaz mekkora az energiája, a főkvantumszám (n) mutatja meg. A főkvantumszám a megengedett pályákat és energiaszinteket jellemzi. Az atomokban több elektron is található (számuk az illető elem rendszámával egyezik meg). A vizsgálatok szerint nem mindegyik a lehető legmélyebb energiájú, azaz az 1-es főkvantumszámú állapotban van. Ennek az az oka, hogy az atomban kötött elektronok csak különböző állapotokban lehetnek. Ez a Pauli-féle kizárási elv. (Az elektronok állapotának teljes jellemzéséhez további kvantumszámok szükségesek.)

A meghatározott energiaszinteket bizonyító tapasztalatok például: vonalas színképek, meghatározott nagyságú ionizációs energiák létezése, Franck–Hertz-kísérlet.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A kísérlet leírása (fémfólia bombázása α -részekkel)	5
A kísérlet eredménye (az α -részek kis része nagy szögben eltérült)	5
Magyarázat (az anyag nagy része kis térfogatú, pozitív töltésű magokban koncentrálódik)	5
Az eredmény felismerése (az atommag felfedezése)	5
A Rutherford-modell lényegének ismertetése	4
Bohr-féle modell jellemzése (Bohr-posztulátumok)	6
Gerjesztés, illetve visszaugrás csak meghatározott nagyságú energia felvételével, illetve leadásával	6
Energiaszint és főkvantumszám kapcsolata	4
A Pauli-elv megfogalmazása	5
Azonos „állapot” vagy „pálya” jelentése	4
A diszkrét energiaszintek alátámasztása	6
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

39. tétel

Radioaktivitás

A tétel megfogalmazása

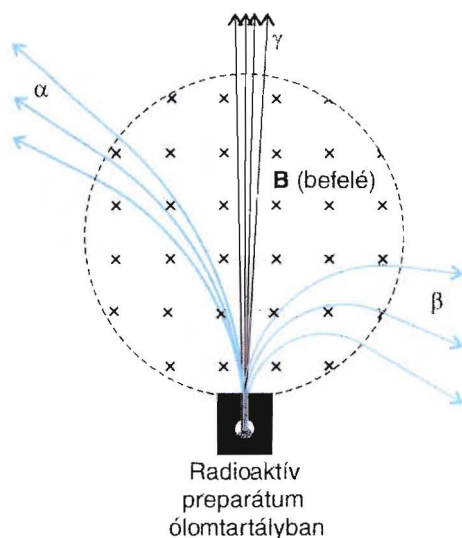
Magyarázza meg a radioaktivással kapcsolatos alapfogalmakat (sugárzás, aktivitás, felezési idő, stabilitás)!

A háromféle radioaktív sugárzást Rutherford választotta szét oly módon, hogy a sugárzások eltérülését vizsgálta erős mágneses mezőben. A kísérlet kimenetelét az itt látható vázlatos rajz szemlélteti.

A sugárzások milyen tulajdonságai állapíthatók meg a kísérlet alapján?

Válassza ki az egyik sugárzást és ismertesse tulajdonságait (jellege, áthatolóképessége, élettani hatásai, felhasználása, sugárvédelem)!

Mikor fedezték fel a radioaktivitást? Nevezzen meg egy-két tudóst, aki jelentős eredményeket ért el a radioaktivitás megismerésében!



Vázlat a kidolgozáshoz

A felsorolt fogalmak definíciója (tankönyv alapján).

A mágneses mezőben mozgó elektromos töltésekre erő hat (Lorentz-erő), amely merőleges a sebességükre, ezért görbe vonalú pályán mozognak. Ebből megállapítható, hogy az α - és β -sugárzás töltött részecskékből áll, míg a γ -sugárzás semleges. Az eltérülés irányából a jobbkez-szabály alapján megállapítható, hogy az α -sugárzás pozitív, míg a β -sugárzás negatív töltésű részecskékből áll. Az eltérülés mértékéből látható, hogy a β -sugárzást alkotó részecskének nagyobb a gyorsulása. Ha feltételezzük, hogy a kétféle sugárzás körülbelül egyforma sebességgel lép ki, akkor ez azt jelenti, hogy a β -részecskének nagyobb a fajlagos töltése (a töltés és a tömeg hányadosa).

α -sugárzás: He-atommagokból (2 proton és 2 neutron) áll. Áthatolóképessége igen kicsi, már néhány cm-es levegőrétegben is elnyelődik. Ezért külső sugárforrás esetén nem túlzottan veszélyes, belső sugárforrás esetén viszont (ha például szennyezett ételt fogyasztunk) annál inkább, mert biztosan a testben nyelődik el. Erős ionizáló hatása miatt károsíthatja a sejteket.

β -sugárzás: elektronokból áll. Áthatolóképessége nagyobb, mint az α -sugárzásé, ionizáló hatása szintén erős.

γ -sugárzás: nagyfrekvenciájú elektromágneses hullám. Áthatolóképessége igen nagy, nehézfém (például ólmot) tartalmazó szigetelőréteggel árnyékolható. Használják például a gyógyászatban (sugárkezelés), illetve anyagszerkezeti vizsgálatokra.

A radioaktivitást a XIX. század végén fedezték fel (Becquerel).

Megemlíthető tudósok:

- Becquerel (a radioaktivitás felfedezése);
- Marie és Pierre Curie (a természetes radioaktivitás vizsgálata, a polónium és a rádium felfedezése);
- Joliot-Curie-házaspár (a mesterséges radioaktivitás felfedezése);
- Rutherford (a háromféle sugárzás szétválasztása).

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A fogalmak értelmezése	4×3
A megállapítható tulajdonság megnevezése (elektromos töltés és előjele)	4
Indoklás (Lorentz-erő hatása)	5
Az egyes sugárzások töltésének megállapítása	3×3
Az eltérülés mértékéből levonható következtetések (töltés-tömeg viszonyok)	5
A választott sugárzás ismertetése	5×3
Történeti adatok ismertetése	5
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

40. tétel

Radioaktív bomlás

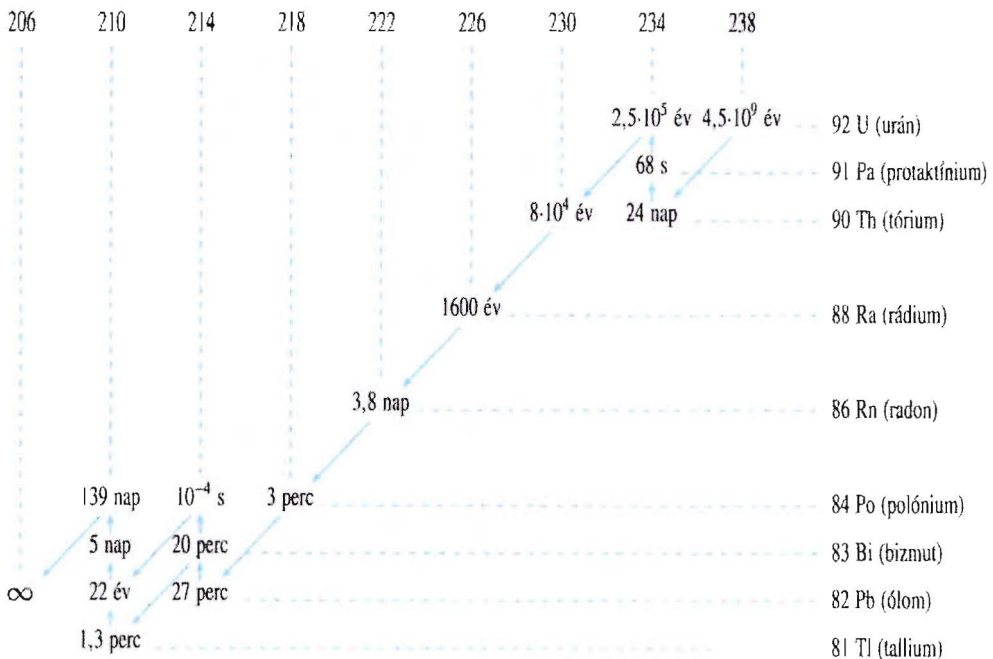
A tétel megfogalmazása

Az ábrán az urán-rádium bomlási sor látható. Az ábráról leolvasható rendszám- és tömegszámváltozások alapján állapítsa meg, hogy az egyes lépésekben milyen radioaktív bomlások mennek végbe az atommagban! Mit jelentenek az ábrán látható időértékek?

Válassza ki az egyik radioaktív sugárzást, és ismertesse tulajdonságait (jellege, áthatolóképesége, élettani hatásai, felhasználása, sugárvédelem)!

Mikor fedezték fel a radioaktivitást? Nevezzen meg három tudóst, aki jelentős eredményeket ért el a radioaktivitás vagy az atom felépítésének megismerésében!

$A = 4n + 2$; **urán-rádium sorozat**



Vázlat a kidolgozáshoz

α -bomlások: $^{92}\text{U} \rightarrow ^{90}\text{Th}$; $^{90}\text{Th} \rightarrow ^{88}\text{Ra}$; $^{88}\text{Ra} \rightarrow ^{86}\text{Rn}$ stb.

β -bomlások: $^{90}\text{Th} \rightarrow ^{91}\text{Pa}$; $^{91}\text{Pa} \rightarrow ^{92}\text{U}$; $^{82}\text{Pb} \rightarrow ^{83}\text{Bi}$ stb.

A ferde, lefelé mutató nyilak jelentik az α -bomlásokat, a függőleges, felfelé mutató nyilak a β -bomlásokat.

Indoklás: α -bomlás esetén a tömegszám (az ábra felső sorában lehet leolvasni) 4-gyel, a rendszám (az elemek vegyjele előtt szerepel) 2-vel csökken; β -bomlás esetén a rendszám 1-gyel nő, a tömegszám változatlan marad.

Az időértékek a keletkezett izotóp felezési idejét jelentik. Jelentése: ennyi idő alatt bomlik el a bomlásra képes atomok fele.

α -sugárzás: He-atommagokból (2 proton és 2 neutron) áll. Áthatolóképessége igen kicsi, már néhány cm-es levegőrétegben is elnyelődik. Ezért külső sugárforrás esetén nem túlzottan veszélyes, belső sugárforrás esetén viszont (ha például szennyezett ételt fogyasztunk) annál inkább, mert biztosan a testben nyelődik el. Erős ionizáló hatása miatt károsíthatja a sejteket.

β -sugárzás: elektronokból áll. Áthatolóképessége nagyobb, mint az α -sugárzásé, ionizáló hatása szintén erős.

γ -sugárzás: nagyfrekvenciájú elektromágneses hullám. Áthatolóképessége igen nagy, nehézfémet (például ólmot) tartalmazó szigetelőréteggel árnyékolható. Bár semleges, nagy energiája miatt szintén erősen ionizál, ezért roncsolhatja a sejteket. Használják például a gyógyászatban (sugárkezelés), illetve anyagszerkezeti vizsgálatokra.

A radioaktivitást a XIX. század végén fedezték fel (Becquerel).

Megemlíthető tudósok:

- Becquerel (a radioaktivitás felfedezése);
- Marie és Pierre Curie (a természetes radioaktivitás vizsgálata, a polónium és a rádium felfedezése);
- Joliot-Curie-házaspár (a mesterséges radioaktivitás felfedezése);
- Rutherford (a háromféle sugárzás szétválasztása).

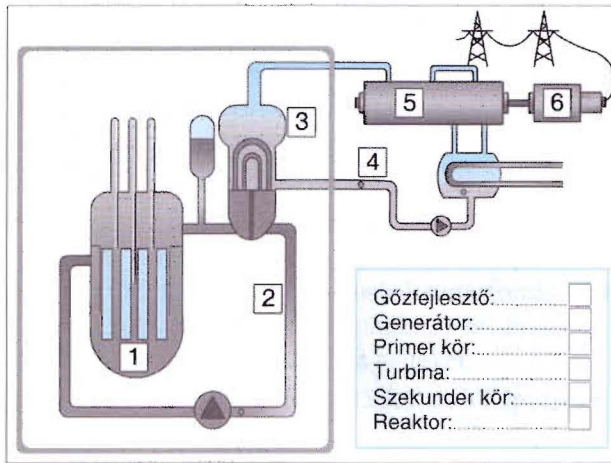
Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A bomlások meghatározása (legalább 2-2 helyen)	4×3
Indoklás	2×3
A felezési idő meghatározása és értelmezése	3+4
A választott sugárzás ismertetése	5×3
Tudósok említése eredményeikkel, felfedezés ideje (XIX. sz. vége)	3×4+3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

41. tétel

Az atomreaktor

A tétel megfogalmazása



Hogyan jöhet létre láncreakció?

Az alábbi vázlatos rajz alapján ismertesse, melyek egy atomerőmű főbb részei, és melyiknek mi a szerepe! Térjen ki arra is, hogyan történik a reaktorban a láncreakció szabályozása!

Indokolja az atomerőművek legalább egy előnyét, illetve hátrányát a hagyományos (például széntüzelésű) erőművel szemben!

Vázlat a kidolgozáshoz

A láncreakció létrejötte: egyes nagy tömegszámú atommagok neutronbesugárzás hatására két, kisebb tömegszámú atommaggá hasadnak szét, miközben szabad neutronok is keletkeznek, ezek pedig újabb hasadásokat idézhetnek elő. Ez a láncreakció lényege, mivel így a folyamat önfenntartóvá válik.

Neutronbefogás következtében hasadásra képes például az urán 235 tömegszámú izotópja, amely a természetes uránércben igen kis arányban fordul elő, túlnyomó része az urán 238 tömegszámú izotópja. A hasadáskor gyors (nagy energiájú) neutronok szabadulnak fel. Így azonban még nem jöhet létre láncreakció: egyrészt a gyors neutronok csak csekély hányadban idéznek elő hasadást (csak gerjesztik a 235-ös uránatommagot, nem hasítják), másrészt nagy részüket a 238-as urán elnyeli, majd β -bomlással plutóniummá alakul. Ezek a neutronok tehát nem idézhetnek elő újabb hasadásokat. Ezért az uránt dúsítani kell, azaz növelni kell benne a 235-ös

uránizotóp arányát, másrészt „lassítani” kell a hasadások során felszabaduló neutronokat. Lassításra olyan anyagok alkalmasak, amelyeknek kis tömegszámú atommagjaival való ütközések során a neutronok lelassulnak, anélkül, hogy elnyelődjenek. Ilyenek például a sok hidrogént tartalmazó anyagok, amilyen a víz is.

A 235-ös urán hasadásakor 2-3 szabad neutron keletkezik. Ha nagy részük újabb hasadást idéz elő, a láncreakció robbanásszerű gyorsasággal jön létre. Ha szabályozni akarjuk, gondoskodni kell arról, hogy a szabad neutronok egy része hasadás nélkül elnyelődjön.

Az erőmű részei és szerepük:

1. Reaktor. A reaktorban zajlik a szabályozott láncreakció. A dúsított uránt a fűtőrudak tartalmazzák. A hasadás során felszabaduló és újabb hasadást okozó neutronok számát a közöttük mozgatható, neutronelnyelő anyagot (például bórt vagy kadmiumot) tartalmazó rudakkal lehet szabályozni. Minél mélyebbre tolják a rudakat, annál több neutron nyelődik el, anélkül, hogy újabb hasadást okozna. A neutronok lassítását a reaktort kitöltő moderátoranyag végzi (például víz).
2. Primer kör. A hasadások során felszabaduló energia a primer körben keringő anyagot (az ábrán szereplő erőműben a nagy nyomású vizet, ami egyben a moderátor is) felmelegíti, jelen esetben több mint 200 °C-ra. A primer kör vize viszont hűti a reaktort.
3. Gőzfejlesztő. Itt történik a hőcsere a primer kör és a szekunder kör anyaga között. A szekunder körben keringő vízből itt keletkezik gőz, amely a turbinát hajtja.
4. Szekunder kör. A szekunder körben keringő víz a gőzfejlesztőben felforr, gőzzé alakul, meghajtja a turbinát, majd a hűtőkör hatására lecsapódik, és újra kezdi a ciklust.
5. Turbina. A turbina forgatja a generátor forgórészét.
6. Generátor. A generátorban – mozgási indukció révén – a mechanikai (forgási) energia elektromos energiává alakul, itt jön létre a váltakozó áram.

Az atomerőmű előnyei például:

- kevesebb fűtőanyag szükséges, mint a szén- vagy olajtüzelésű erőművekben, ezáltal kisebb mértékű a szükséges bányászat;
- nem szennyezi a levegőt az égéstermékkel;
- nagyobb a hatásfoka;
- építéskor nem szükséges olyan jellegű környezetátalakítás, mint a vízi erőműveknél (víztározó, völgyzárógát stb.).

Az atomerőmű hátrányai például:

- a kiegészítő fűtőanyag továbbra is radioaktív marad, ezért problematikus a tárolása;
- különleges technikai megoldásokra van szükség, hogy a radioaktív anyagok ne juthassanak ki a reaktortérből, illetve a primer körből;
- a hűtőkör a környezettel (általában egy folyóval) van kapcsolatban, ezáltal olyan hőmérséklet-változást okozhat, amely káros lehet az élővilág egyensúlyára.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
A láncreakció ismertetése	6
Az atomerőmű részeinek felsorolása a rajz alapján (1: reaktor, 2: primer kör, 4: szekunder kör, 3: gőzfejlesztő, 6: turbinák, 5: generátorok)	6×2
Az egyes részek szerepének ismertetése	6×4
A szabályozás ismertetése (azaz a reaktor működése)	7
Előny, illetve hátrány megnevezése indoklással	2×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

42. tétel

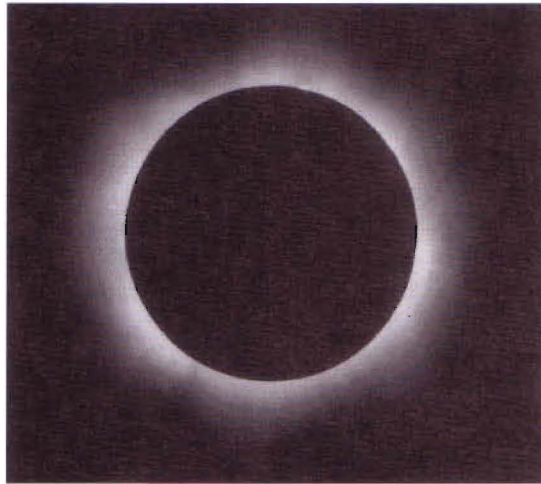
A Nap

A tétel megfogalmazása

Indokolja röviden, hogy a magfúzió miért könnyű atommagok esetében, a maghasadás pedig miért nehéz atommagok esetében jöhet létre!

Milyen folyamat képezi a Nap energiatermelésének alapját? Milyen jellegű sugárzásokat bocsát ki a Nap?

Milyen jelenség látható a képen? Készítsen vázlatos rajzot, amelyen szemlélteti létrejöttét!



Sorolja fel a Naprendszer, illetve az űr kutatásának három-négy módszerét és ismeresse, hogy mire alkalmasak!

Vázlat a kidolgozáshoz

A magfúzió során két atommagból egy nagyobb tömegszámú atommag jön létre, jelentős energia felszabadulása mellett. Ez azt jelenti, hogy az új atommagban a magot alkotó nukleonok mélyebb energiájú állapotba kerültek, mint az eredeti atommagokban voltak.

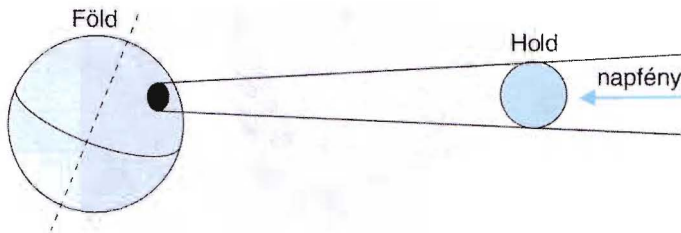
A maghasadás során az atommag két kisebb tömegszámú atommagra hasad szét, szintén jelentős energiafelszabadulás mellett. Tehát most azáltal jutottak a nukleo-

nok mélyebb energiájú állapotba, hogy kisebb tömegszámú atommagba kerültek. *Magyarázat:* az atommagot a nukleonok között ható erős kölcsönhatás tartja össze, ennek eredménye a kötési energia. Az atom tömegszámától függ, hogy mekkora az egy nukleonra eső (negatív) kötési energia. A tömegszám növekedésével a nukleonok egyre kisebb energiájú (kötöttebb) állapotban vannak, majd ez a helyzet megfordul: minél nagyobb az atom tömegszáma, annál nagyobb energiájú (kevésbé kötött) állapotban vannak az atommagot alkotó nukleonok. A fordulópont az 56-os tömegszámánál (vas) van. Ezért a kisebb atommagok esetében a fúzió, a nagyobb atommagok esetében a hasadás jár energiatárolással.

A Nap tömegének nagy részét hidrogén, kisebb részét hélium alkotja. Ezek kis tömegszámú atommagok, ezért a Nap energiatermelése fúziós folyamatok eredménye: hidrogénből hélium keletkezik.

A Nap az elektromágneses spektrum egészében sugároz, legerősebben a látható fény, az infravörös és az ultraibolya tartományban. Ezen kívül jelentős a részecske kibocsátása is.

A képen napfogyatkozás látható. Ilyenkor a Hold a Föld és a Nap közé kerül, és a Föld egy adott pontjáról nézve részben vagy egészben eltakarja a Napot.



Űrkutatási módszerek például:

- távcsöves megfigyelés (földi és űrteleszkópos) – új objektumok felfedezése, fényesség megállapítása, mozgások vizsgálata;
- rádióteleszkópos megfigyelés – a csillagászati objektumok rádiósugárzásának megállapítása, megfigyelése;
- fényképfelvételek – a különböző tartományokban (például infravörös, látható ultraibolya) észlelt sugárzások rögzítése, hosszú távú mozgások, változások megfigyelése;
- színeképelemzés – az objektumok anyagi összetételének vizsgálata;
- űrszondákkal közeli felvételek készítése – bolygók felszínének, légkörének (ha van) vizsgálata;
- leszállógységekkel mintavétel – a bolygók anyagának fizikai és kémiai vizsgálata, következtetések levonása a bolygó történetéről, esetleges élet nyomainak keresése.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Magyarázat (energiafelszabadulás indoklása a két esetben)	2×6
A Nap energiatermelése (H-He ciklus vázlatos ismertetése)	7
A Nap sugárzásának fő összetevői	7
A jelenség felismerése (napfogyatkozás)	4
Rajz készítése, magyarázattal	7
Módszerek felsorolása	3×3
Elérhető eredmények	3×3
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

43. tétel

A Naprendszer

A tétel megfogalmazása

A Naprendszerről nehéz olyan méretarányos modellt készíteni, amely jól szemlélteti mind az égitestek méreteit, mind a közöttük lévő távolságokat. Ha egy modellben a Napot 14 cm átmérőjű gömb jelenti, tőle milyen messze lévő és mekkora átmérőjű „Földet” kellene elhelyezni? A szükséges adatokat a függvénytáblázatból gyűjtse ki! Milyen bolygókat ismerünk a Naprendszerben? Miben különböznek ezek egymástól? Ismertesse a mozgásukat leíró törvényeket!

Készítsen vázlatos rajzot a gyűrűs napfogyatkozásról, és ennek alapján magyarázza meg létrejöttét!

A csillagászati megfigyelések módszerei, eszközei nagyon sokat fejlődtek az évezredek során. Soroljon fel 3-4 vizsgálati módszert a hozzá szükséges eszközzel együtt, helyezze őket időrendi sorrendbe!

Vázlat a kidolgozáshoz

A függvénytáblázatból: $D_N = 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$, $D_F = 12\,740 \text{ km}$, $\overline{AE} = 150 \cdot 10^6 \text{ km}$.

Modellméretek: $D'_N = 14 \text{ cm}$, $D'_F = y$, $\overline{AE}' = x$.

$$\frac{x}{\overline{AE}} = \frac{D'_N}{D_N}, \quad \frac{x}{150 \cdot 10^6 \text{ km}} = \frac{14 \text{ cm}}{1,4 \cdot 10^6 \text{ km}}$$

$x = 1500 \text{ cm}$. A Nap – Föld távolság 15 m.

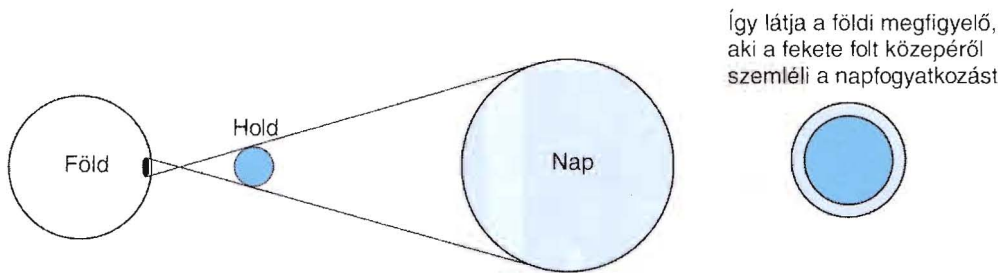
$$\frac{y}{D_F} = \frac{D'_N}{D_N}, \quad \frac{y}{12740 \text{ km}} = \frac{14 \text{ cm}}{1,4 \cdot 10^6 \text{ km}}$$

$y = 1,274 \text{ mm}$. A Föld átmérője 1,274 mm.

Naprendszer bolygói és jellemzésük (tankönyv alapján).

Kepler-törvények (tankönyv alapján).

Napfogyatkozás akkor következik be, ha a Hold a Nap és a Föld közé kerül. Ha a napfogyatkozás akkor következik be, amikor a Hold ellipszis pályán keringve a pályája Földtől távolabbi szakaszán kering, akkor a látszólagos mérete kisebb a Napénál, és így nem képes a teljes napkorongot eltakarni.



Csillagászati megfigyelések (időrendi sorrendben): megfigyelés szabad szemmel, megfigyelés távcsővel, spektroszkópia (a csillagok fényének vizsgálata spektroszkóppal), rádiótávcsöves megfigyelés, űrkutatás műholdakkal, megfigyelés röntgentartományban.

Javasolt értékelés

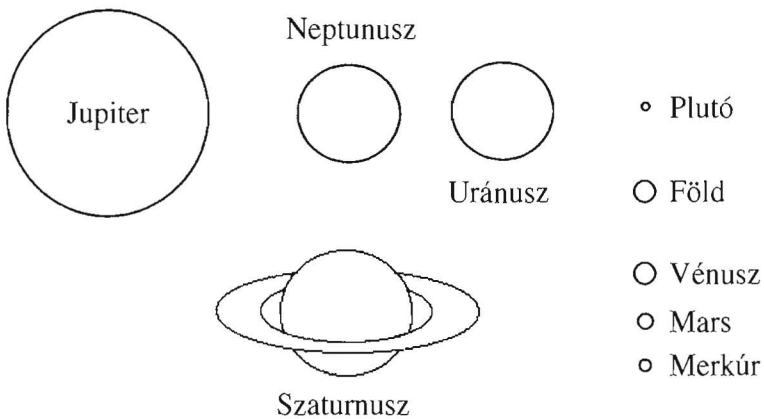
Tartalom	Pontszám
Modellalkotás: adatok kigyűjtése	6
Aránypár felállítása, feladat megoldása	10
Belső bolygók és jellemzésük	8
Külső bolygók és jellemzésük	8
Gyűrűs napfogyatkozás rajza	4
Gyűrűs napfogyatkozás értelmezése	4
Vizsgálati módszerek	6
Kepler-törvények	9
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

44. tétel

Csillagászat

A tétel megfogalmazása

Az alábbi rajz a Naprendszer bolygóit ábrázolja méretarányosan.
Rakja őket sorrendbe a Naptól való távolságuk szerint!



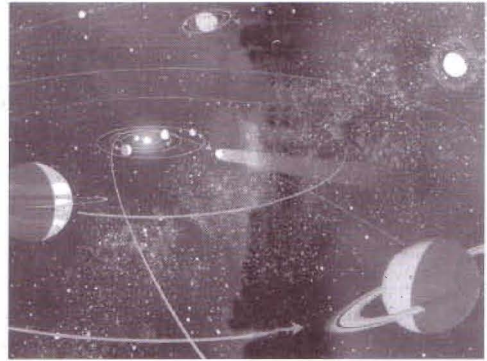
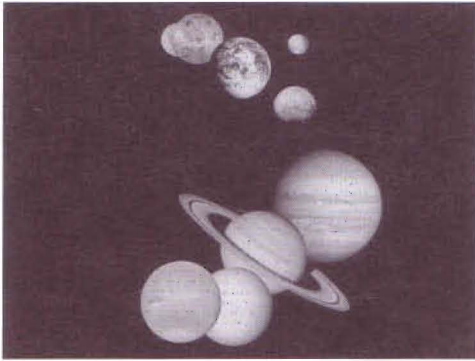
Ismertesse Kopernikusz munkásságát!

Ismertesse a következő objektumokat: csillag, üstökös, bolygó, Naprendszer, galaxis, hold! Ezek közül a Tejútrendszer melyik csoportba tartozik?

Ismertesse a Világegyetem keletkezésének legfontosabb állomásait!

Igazolja, hogy a Jupiter Io és Europa holdjaira is érvényesek Kepler III. törvénye!

Vázlat a kidolgozáshoz



Kopernikusz élete és munkássága.

A Tejútrendszer egy spirálgalaxis, és része egy galaxishalmaznak.

Csillagok: A csillag olyan égitest, amely energiáját atommagok fúziójából nyeri, tehát saját fénye van. Hozzánk legközelebbi csillag a Nap.

Üstökös: az üstökös részei a fej és a csóva. A fej része a mag és a kóma. A mag porból és fagyott gázból áll. A Nap sugárzásának hatására világítani kezdenek, ekkor válnak láthatóvá. A napszél a kóma egy részét elfújja, és kialakul az üstökös csóvája.

Bolygó: a Naprendszerben a Nap körül keringő égitestek, önálló fényük nincs. A kilenc bolygó közül Föld típusú, kőzetbolygó négy: a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars. Viszonylag kis méretűek és nagy sűrűségűek. Jupiter típusúak a gázóriások: a Jupiter, a Szaturnusz, az Úránusz és a Neptunusz. Nagy a méretük, kicsi a sűrűségük. A kilencedik bolygó a Plútó, még sok mindent nem tudunk róla.

A Naprendszer a térnek az a tartománya, ahol a Nap gravitációs ereje érvényesül. Központi helyzetű égitest a Nap, amely egy átlagos méretű, sárga színű csillag. A Nap körül keringenek a bolygók, holdak, üstökösök.

A holdak olyan égitestek, amelyek a bolygók körül keringenek. Önálló fényvel nem rendelkeznek.

A világegyetem keletkezésének állomásai (tankönyv alapján).

A Jupiter holdjaira a számítás:

A Négyjegyű függvénytáblázatok 255. oldalán: Holdak a Naprendszer nagybolygói körül.

A hold neve	Átlagos távolság a bolygótól (ezer km)	Keringési idő (nap)
Io	421,8	1,769
Europa	671,1	3,551

A Négyjegyű függvénytáblázatok 124. oldalán: A bolygók mozgása

Különböző bolygók esetében a keringési idők négyzetei úgy aránylanak, mint a bolygópályák fél nagytengelyeinek köbei:

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{állandó.}$$

Számítás az Iora:

$$\frac{1,769^2}{421,8^3} = \frac{3,129361}{75044648,23} = 4,2 \cdot 10^{-8}.$$

Számítás az Európára:

$$\frac{3,551^2}{671,1^3} = \frac{12,609601}{302246803,4} = 4,2 \cdot 10^{-8}.$$

Mivel ugyanazt az értéket kaptuk, érvényes Kepler III. törvénye.

Javasolt értékelés

Tartalom	Pontszám
Sorrend megadása	5
Kopernikusz munkásságának ismertetése	6
Objektumok meghatározása	6×4
Tejútrendszer besorolása	2
Világegyetem keletkezésének kronológiája	8
Számításos feladat elvégzése	10
Tartalmi pontszám	55
Kifejtés módja	5
Összesen	60

Életrajzok

Arkhimédész (kr. e. 287–212)

A Szicília szigetén lévő görög gyarmatvárosban, Szürakuszaiban élt. Szürakuszi királyának, Hierónnak távoli rokona és tanácsadója volt. Hosszabb időt töltött Alexandriában, ahol valószínűleg Euklédész-től is tanult. Arkhimédész elsősorban matematikusnak tartotta magát (tőle származik például a π értékének meghatározása), az utókor azonban ugyanilyen jelentősnek tartja mechanikai eredményeit, találmányait, például az „arkhimédészi csigasort” és az „arkhimédészi csavart”. Utóbbi egy vízátemelő szerkezet. Az ő nevéhez fűződik a felhajtóerőre vonatkozó törvény felismerése is.



Nikolausz Kopernikusz (Mikolaj Kopernik, 1473–1543)

Lengyelországban született, a krakkói, majd a bolognai és római egyetemen tanult kilenc évig. Igazi reneszánsz polihisztor volt: orvos, közigazdász, hadvezér, csillagász, költő és festő. Kopernikusz meggyőződése szerint az égi mozgásokban harmónia nyilvánul meg, ezért a bolygók mozgását sokkal egyszerűbben lehet leírni, mint ahogyan a geocentrikus világmép alapján lehetséges. Feltételezése szerint a bolygók körpályán mozognak a Nap körül. A modell pontosítása azonban végül egyre bonyolultabbá tette azt. Ennek ellenére Kopernikusz volt az, akinek gondolatai megnyitották az utat a heliocentrikus modell kidolgozásához. Az ilyen jelentős változásokat ezért szokás „kopernikuszi fordulat”-ként emlegetni.



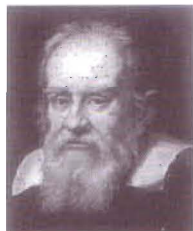
Johannes Kepler (1571–1630)

Német csillagász és matematikus. A tübingeni egyetemen ismerkedett meg Kopernikusz tanaival, amelyek nagy hatást gyakoroltak rá. Amikor Prágában II. Habsburg Rudolf császár udvari csillagásza lett, hozzájutott elődjének, Tycho Brahének több évtizedes megfigyelések alapján készített táblázataihoz és számításaihoz a bolygók mozgásáról. Ezek is hozzájárultak ahhoz, hogy megfogalmazza a bolygók mozgásának róla elnevezett törvényeit. Csillagászati vizsgálataihoz fénytani ismeretekre is szüksége volt. Megállapította, hogy a szem fénytani lencsét tartalmaz, és az ő nevéhez fűződik a két gyűjtőlencséből álló csillagászati távcső (Kepler-féle távcső) megalkotása is.



Galileo Galilei (1564–1642)

Szülővárosában, Pisában orvosi tanulmányokat folytatott, majd Firenzében fizikát tanult. Az elsők között végzett az akkoriban felfedezett távcsővel (amelyet tökéletesített is) csillagászati megfigyeléseket, amelyek megerősítették a Nap-középpontú rendszerbe vetett hitét. (A Hold felszíne hegyes-völgyes; a Vénusznak is fázisai vannak, mint a Holdnak; a Napon foltok vannak, amelyek a Nap tengely körüli forgását mutatják; a Jupiternek is vannak holdjai.) 1632-ben megjelent könyve – a Párbeszéd a két nagy világrendszerrel – miatt az inkvizíció perbe fogta, tanainak visszavonására kényszerítette és haláláig háziőrizetben tartotta.



Galilei jelentős eredményeket ért el a mozgások vizsgálatában (lejtőn mozgó test, szabadesés). Galilei legnagyobb érdeme a kísérletekre alapozott következtetések, megfigyelések eredményeinek matematikai formába öntése volt: ő tette a matematikát a fizika nyelvévé. Nevéhez fűződik a testek tehetetlenségének és az egymáshoz képest egyenletes mozgást végző viszonyítási rendszerek egyenértékűségének felismerése is.

Isaac Newton (1643–1727)

Angol fizikus, matematikus, vegyész. A cambridge-i egyetemen matematikát tanult, majd 1665-ben a nagy angliai pestisjárvány elől visszavonult vidéki birtokára és itt írta meg későbbi nagy munkáinak első változatait. Visszatérve Cambridge-ben lett professzor, ekkor írta meg első nagy művét, az Optikát. Ebben különösen érdekesek a fény természetére, a színek mibenlétére vonatkozó vizsgálódások. Optikai eredményei közé tartozik a tükrös távcső megalkotása. A kor fizikájának és csillagászatának matematikailag egységes összefoglalása (beleértve saját eredményeit is) a Természetfilozófia matematikai alapelvei című műve. Newton nevéhez fűződik a mechanika egységes rendszerbe foglalása, az általános tömegvonzás törvényének felismerése („az égi és földi mechanika egyesítése”). Számos fontos közéleti és tudományos tisztséget töltött be, 1703-tól a Királyi társaság (Royal Society, a Tudományos Akadémia megfelelője) elnöke volt haláláig. 1705-ben a királynő lovaggá ütötte. Newton rendkívüli tekintélynek örvendett a kor tudományos életében, hosszú időn keresztül nagy hatást gyakorolt a természettudományokra és a filozófiára.

**Christiaan Huygens** (1629–1695)

Holland fizikus, matematikus. Bár jogi diplomát szerzett, már igen fiatalon komoly eredményeket ért el a matematikában. Fizikai vizsgálódásait a testvérel együtt épített távcsővel kezdte. Felfedezte a Szaturnusz gyűrűjét és egyik holdját. Mivel ezekhez a megfigyelésekhez pontos időmérésre volt szükség, 1657-ben ingaórát szerkesztett, és ettől kezdve behatóan foglalkozott az ingák elméletével. Legismertebb műve az Értekezés a fényről, ebben a fényt mint hullámjelenséget tárgyalja. Huygens Newtonéhoz hasonló tekintélynek örvendett a fizikusok között. Azon kevesek közé tartozott, akiket Newton is elismert és tisztelt. 1665-ben a Francia Akadémia elnöke lett.



Benjamin Franklin (1706–1790)

Amerikai könyvkiadó, természettudós és politikus. Műveltségét nyomdász- és kereskedőnasként szerezte. Több foglalkozást űzve gyűjtött pénzt, hogy könyvkiadói álmát megvalósíthassa. 1728-ban könyvnyomdát alapított Philadelphiában, újságot adott ki, amelybe saját maga is sokat írt. Művelődési kört alapított kézművesek és kereskedők részére, mellette könyvtárat létesített, az ifjúság képzésére akadémiát szervezett. Emellett természettudományos kísérleteket is folytatott. Eleinte az égéssel, légköri jelenségekkel és villamosság-gal foglalkozott. A villám tanulmányozása és a hegyes tárgyakon végzett elektromos kísérleti kísérletek vezették Franklint a villámhárító feltalálásához, amely tudósként is híressé tette. Ekkor már a londoni Királyi Társaság is figyelemre méltatta, és tagjai sorába választotta. Világhírvé vált kísérletei mellől az állami és a közéleti szereplés vonta el. Kiváló politikus és diplomata volt. Harcolt hazája függetlenségéért, a rabszolgaság megszüntetéséért. Egyik kezdeményezője és szerkesztője volt az 1776-os amerikai Függetlenségi Nyilatkozatnak, részt vett az USA alkotmányának kidolgozásában.

**Alessandro Volta** (1745–1827)

Olasz fizikus. Kora fiatalságától vonzódott a természettudományokhoz. Szülővárosában, Comoban, majd a pavai egyetemen lett fizika-professzor. Sok szellemes készülék feltalálója, továbbfejlesztője, például egy igen érzékeny elektrométernek (feszültségmérő műszer) is. Legfontosabb találmánya a róla elnevezett Volta-oszlop volt, amely lényegében egy galvánelem.

**André Marie Ampère** (1775–1836)

Francia matematikus és fizikus. Bourg-en-Bresse-ban és Lyonban fizikát és kémiát tanított, majd a Collège de France-ban fizikát adott elő. A matematika különböző területeiről jelentek meg cikkei, dolgozatai. 1821-ben felállította az áramok elektrodinamikus kölcsönhatására vonatkozó törvényt. Jelentős volt tudományszervező tevékenysége is.

**Georg Simon Ohm** (1787–1854)

Német fizikus, matematikus. A kölni jezsuita kollégiumban tanított matematikát, később a nürnbergi politechnikumot vezette. A róla elnevezett törvényt 1826-ban hozta nyilvánosságra, de eredményeit bizalmatlanul fogadták. Csak 1841-ben ismerte el tevékenységét a Royal Society. 1849-ben végre meghívták a müncheni egyetemre fizikaprofesszornak, ezzel régi álma teljesült. Az elektromosságban mellett jelentős eredményeket ért el a hangtanban és az optikában is.



Michael Faraday (1791–1867)

Angol fizikus, kémikus. London környékén született, olyan szegény család gyermekeként, hogy még az elemi iskolát sem végezhette el. Hatalmas műveltségét könyvkötő- és könyvkereskedő-inasként és esti előadásokon szerezte. Davy előadásait látogatva azokról jegyzeteket készített, melyeket egyszer elküldött Davynek, azzal a kéréssel, hogy ha lehetséges, alkalmazza őt laboratóriumában. Egy évvel később már a Royal Institution-ban dolgozott, s ügyessége miatt csakhamar nélkülözhetetlenné vált Davy számára, ám önálló kísérleteket is végzett. A fizika és kémia határterületén elért eredményei miatt a Királyi Társaság tagja és laboratóriumi igazgató lett. Faradayt minden idők egyik legnagyobb kísérleti fizikusaként tartják számon. Megállapította az elektromágneses indukció törvényszerűségeit, az elektrolízis törvényeit, megkonstruálta az első elektromotort és generátort.

**James Clerk Maxwell** (1831–1879)

25 éves korában már fizikaprofesszor volt a skóciai Aberdeenben. 1865-ben visszavonult skóciai birtokára és csak a tudományoknak szentelte idejét. 1871-ben meghívták a Cavendish Laboratórium vezetőjének. Maxwell kezdetben a színérzékelés problémáival foglalkozott, később a kinetikus gázelmélettel. Diákkorában ismerkedett meg Faraday kísérleti eredményeivel. A nagy korkülönbség ellenére alkalmuk volt levelezés útján, majd személyesen is gondolatot cserélni. Faraday eredményei alapján Maxwell öntötte egységes matematikai alakba az elektromágnesség elméletét. Ennek az elméletnek az alapján lehetett következtetni az elektromágneses hullámok létezésére. A XIX. század legnagyobb kísérleti és legnagyobb elméleti fizikusa kölcsönösen tisztelte és elismerte a másik munkásságát.

**Heinrich Hertz** (1857–1894)

Német fizikus. A karlsruhei, majd a bonni egyetem professzora volt. Legjelentősebb eredménye a Maxwell-elmélet kísérleti igazolása (1886) és elfogadtatása volt: hosszú és kitartó kísérletezés után kimutatta a ma rádióhullámoknak nevezett elektromágneses hullámok létezését és azok hullámtulajdonságait.

**James Prescott Joule** (1818–1889)

Angol fizikus. Már fiatalon jelentős eredményei voltak a hőtan és az elektromosságban terén (például az elektromos áram hőhatásának vizsgálatában). Laboratóriumát az általa vezetett sörgyár egyik helyiségében rendezte be. Számos közös felfedezést tett William Thomssonnal, a későbbi lord Kelvinnel. Legfontosabb eredménye a mechanikai munka és a hő egyenértékének meghatározása: azaz annak megállapítása, hogy adott nagyságú mechanikai munka mekkora hőt fejleszt. Ez tette lehetővé annak felismerését, hogy a hő is



energiajellegű mennyiség. Így Joule az energiamegmaradás törvényének egyik megfogalmazója.

Jedlik Ányos (1800–1895)

Matematika- és fizikatanári oklevelét a budapesti tudományegyetemen szerezte meg. 22 évesen doktorrá avatták. Fizikai folyóiratokat tanulmányozott, laboratóriumi kísérleteket végzett, sok készüléket maga állított össze. Legjobban az elektromosság foglalkoztatta: vízbontás, vezetőképesség, az elektromos áram hatásai stb. 1831-ben a pozsonyi akadémia fizika tanszékére nevezték ki. 1837-ben a pesti egyetem természettudományi tanszékére került tanárnak. Pedagógusként tudományos nyelvújítói tevékenységet is folytatott (ő alkotta meg többek között a dugattyú, vetület, osztógép, hanglebegés, hátrány stb. szavakat); kezdetől fogva magyarul adott elő. Összefoglaló fizika tankönyvet is írt. Elektromotorját („villamdelejes forgonyát”) az intézmény jól felszerelt laboratóriumában készítette el. Finom optikai rácsot szerkesztett. Ő honosította meg a szódavígyártást is Magyarországon. Feltalálta a dinamógépet, felfedezte a dinamóelvet. (A dinamó feltalálójaként ismert Siemens hét évvel később ismertette találmányát a berlini tudományos akadémia előtt. Jedlik elsőbbségét a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem leltárában a 127. oldalon történt bejegyzés igazolja.) 1848-ban dékán lett, majd rektor. A szabadságharc alatt beállt nemzetőrnek, az egyetem értékes műszereit a pincébe menekítette. Életének utolsó éveit a győri bencés rendházban töltötte.



Eötvös Loránd (1848–1919)

Az író és államférfi Eötvös József fia. A heidelbergi és a königsbergi egyetemen tanult. Munkásságát elsősorban a folyadékok viselkedésének vizsgálata és a gravitációs erő mérése terén fejtette ki. Az általa kifejlesztett torziós inga segítségével vált lehetővé a gravitációs gyorsulás igen nagy pontosságú mérése. A készülék ezért alkalmas volt arra is, hogy a föld alatt rejlő, különféle sűrűségű tömegeket megkülönböztesse. Ez tette lehetővé Magyarország mélyen fekvő geológiai rétegeinek feltárását, amely vezetésével kezdődött meg. Pontos mérései szolgáltatták Einstein relativitáselméletének egyik alapját.



Joseph John Thomson (1856–1940)

Angol fizikus. Eredetileg mérnöknek készült, majd matematikát és fizikát tanult. Sokáig a Cavendish Laboratórium professzora volt. Eleinte a mozgó töltések elektrodinamikáját tanulmányozta. 1897-ben katódsugárcsőes kísérleteivel felfedezte az elektront és megmérte fajlagos töltését. 1906-ban kapott Nobel-díjat. Az általa kifejlesztett módszerrel kimutatta az izotópok létezését. Fia, Paget Thomson 1937-ben kapott Nobel-díjat az elektron hullámtermészetének kimutatásáért. Számos kiemelkedő tanítványa volt, például Ernest Rutherford.



Ernest Rutherford (1871–1937)

Angol fizikus. Új-Zélandon született, az egyetemet is ott végezte, ezután J. J. Thomson mellett dolgozott Cambridge-ben. Több egyetemen is tanított, majd Thomson utóda lett a Cavendish Laboratórium élén. Rendkívül tehetséges kísérleti fizikus volt, talán csak Faraday múlta felül. Fontosabb eredményei: a radioaktív sugárzások vizsgálata során az α - és β -sugárzás szétválasztása, az α -sugárzás természetének megállapítása, a róla elnevezett atommodell felállítása (azaz az atommag felfedezése), az első mesterséges magátalakítás végrehajtása, a neutron létezésének megsejtése. Komoly érdeme volt a mellette dolgozó fiatal, tehetséges fizikusok nevelése is.

**Curie-család**

Marie Skłodowska-Curie (1867–1934) lengyel származású fizikus, kémikus. A Sorbonne-on végzett tanulmányai után Becquerel asszisztense volt, akinek érdeklődése a radioaktivitás felfedezése után hamarosan más irányba fordult, így kutatásait Marie Curie folytatta. Hamarosan bekapcsolódott férje,



Pierre Curie (1859–1906) is, akivel további radioaktív elemeket kerestek. 1898-ban felfedezték a polóniumot, majd a rádiumot, Marie Curie pedig 1910-ben előállította a fémrádiumot. A Curie-házaspár 1903-ban fizikai Nobel-díjat kapott, Marie Curie pedig 1911-ben megkapta a kémiai Nobel-díjat is.

Lányuk, **Irene Joliot-Curie** (1897–1956) a Sorbonne elvégzése után szüleikhez hasonlóan a radioaktivitással kapcsolatos kutatásokat végzett. Férje, **Frédéric Joliot-Curie** (1900–1958), aki a Curie-házaspár tiszteletére vette fel a Curie nevet, szintén részt vett a munkában. Különböző besugárzási kísérleteik közben felfedezték a mesterséges radioaktivitást, és közel jártak a neutron felfedezéséhez is.



Részt vettek a maghasadással kapcsolatos vizsgálatokban, és megállapították az atomenergia nagyban felhasználásának lehetőségét.

Max Planck (1858–1947)

Német fizikus. Münchenben és Berlinben tanult fizikát, később a berlini egyetemen lett professzor. Eredetileg termodinamikával foglalkozott, így kezdett el a fekete test (az olyan test, amely minden ráeső sugárzás teljes energiáját elnyeli) sugárzásával foglalkozni. Az ezt leíró, a mérésekkel megegyező eredményeket adó formulát az energia kvantumosságának feltételezése alapján vezette le. Ezzel lerakta a kvantummechanika alapjait, bár az elmélet további fejlődését fenntartásokkal szemlélte. Annál nagyobb intenzitással vett részt a relativitáselmélet kiépítésében (relativisztikus kinematika, a tömeg-energia ekvivalencia pontos megfogalmazása). Jelentős volt pedagógiai munkássága is.



Niels Bohr (1885–1962)

Dán fizikus. Koppenhágában tanult, majd rövid ideig J. J. Thomson mellett dolgozott, később pedig Rutherfordnál Manchesterben. Hamarosan Koppenhágában lett professzor, 1920-ban pedig ugyanitt egy elméleti fizikai intézetet létesítettek számára, amely az elméleti fizika világhírű fellegvára lett. A róla elnevezett atommodell alap gondolatait 1913-ban dolgozta ki. A harmincas évek második felétől magfizikai kutatásokkal foglalkozott. Jelentős szerepe volt a kvantummechanika fizikai hátterének tisztázásában és filozófiai értelmezésében. 1943-ban Amerikába menekült a megszállt Dániából, de 1945-ben visszatért hazájába.

**Albert Einstein** (1879–1955)

Német fizikus. Fizikatanári oklevelet szerzett, majd a svájci szabaddalmi hivatalban dolgozott mint tisztviselő. Ez alatt az idő alatt írta azt a négy dolgozatát, amely megalapozta fizikusi hírnevét: a Brown-mozgás elméletéről; a speciális relativitáselmélet alap gondolatairól; a tömeg-energia ekvivalencia és a relativitáselmélet kapcsolatáról; továbbá a fényelektromos hatás elméleti magyarázatáról (mind a négy 1905-ben jelent meg). 1916-ban tette közzé az általános relativitás elméletét. 1909-től különböző német, svájci, cseh egyetemeken, illetve tudományos intézetekben dolgozott. 1921-ben kapott Nobel-díjat a fényelektromos hatás magyarázatáért. Annak ellenére, hogy ez a kvantummechanika egyik bizonyítéka volt, Einstein élete végéig elutasította az elmélet általánosan elfogadott, valószínűségi értelmezését. 1933-ban Amerikába emigrált és haláláig Princetonban volt professzor. Élete utolsó évtizedeiben „az anyag általános elméletén” dolgozott, sikertelenül.

**Szilárd Leó** (1898–1964)

A budapesti és a berlini műegyetemen tanult, de a rohamosan fejlődő atomfizika hatására érdeklődése a fizika felé fordult. Berlinben írta azt a dolgozatát, amely az értelem információtermelő szerepének és a hőtan II. főtételének kapcsolatát vizsgálta, és amelyet ma az informatika és az agykutatás egyik kiindulópontjának tekintenek. Berlinben több szabadalma is született, az egyik Albert Einsteinnel közösen. 1933-ban Angliába költözött. Itt dolgozta ki a láncreakció elvi alapjait. A gyakorlati megvalósítást a meghasadás 1939-es németországi felfedezése tette lehetővé. Szilárd Leó, akit mindig érdekelt a politika és előre látta a világháború kitérését, felismerte a katonai alkalmazás veszélyét. Többek között az ő hatására indította meg az amerikai kormány az intenzív atombomba- és reaktorkutatást, hogy megelőzzék a németeket. Ő maga az első kísérleti atomreaktor kifejlesztésében (1942) vett részt. Az atombomba létrehozása után viszont minden befolyását latba vetette, hogy ne használják fel, de hiába. A II. világháború után érdeklődése a biológia felé fordult, őt tekintik a biofizika atyjának. Az ő nevéhez fűződik a sugárterápia alkalmazása a rák kezelésében.



Teller Ede (1908–2003)

Magyar származású atomfizikus. A harmincas évektől az Egyesült Államokban élt. Már 1945-ben javaslatot tett a fúziós energia katonai hasznosítására, ezért őt nevezik a „hidrogénbomba atyjának”. Az első H-bomba robbantást 1951-ben az USA hajtotta végre.

**Wigner Jenő** (1902–1995)

A berlini egyetemen vegyészmérnöknek tanult, de már ekkor a modern fizika eredményei érdekelték. Doktori disszertációja a kvantumkémia egyik úttörő munkája volt. Tanulmányai után hazatért, hogy apja bőrgyárában dolgozzon, de amikor a kvantummechanika újabb eredményeiről értesült, visszament Berlinbe, folytatni kutatásait. A harmincas években Amerikába költözött és a princetoni egyetemen dolgozott haláláig. Részt vett az első atomreaktor kifejlesztésében (ő végezte a szükséges számításokat). Később őt bízták meg a plutónium előállítására alkalmas nagyteljesítményű reaktor tervezésével. 1963-ban kapott Nobel-díjat az elemi részecskék elméletében alapvető szerepet játszó szimmetriaelvek felfedezéséért és alkalmazásáért.

**Gábor Dénes** (1900–1979)

Budapesten és Berlinben gépészmérnöki, illetve elektromérnöki tanulmányokat folytatott, ugyanakkor matematikából is alapos képzettségre tett szert, és fizikai előadásokat is hallgatott. Az elméletet és a gyakorlatot összekötő mérnöki szemlélet egész munkásságában érvényesült. Németországi munkahelyein különböző műszaki fejlesztésekkel foglalkozott, de ezek közben végigkísérte az elektronoptika (az elektronokkal történő leképezés). Miután a harmincas években áttelepült Angliába, ott is ezzel a területtel foglalkozott. Ezek a vizsgálódások vezették a holográfia feltalálásához. Felismerte, hogy a tökéletes leképezéshez nemcsak a visszavert hullám intenzitását, hanem fázisát és amplitúdóját is fel kell használni. Ehhez koherens fényt adó fényforrásra van szükség. Ezért a holográfia elterjedését a lézer 1962-ben történt feltalálása tette lehetővé. Gábor Dénes a holográfia és a lézertechnika egyesítésében is jelentős szerepet játszott. Fontos eredményeket ért el az információelmélet területén is. Nobel-díját 1971-ben a holográfia kifejlesztéséért kapta. A hatvanas évektől kezdve intenzíven foglalkozott az emberiség jövőjét, sorsát befolyásoló problémákkal, a megoldási lehetőségekkel.

**Források**

Tomáš Borec: Jó napot, Ampère úr! Móra, 1980, Budapest

Magyar tudóslexikon A-tól Zs-ig. Better, MTESZ, OMIKK, 1998, Budapest

Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete. Gondolat, 1978, Budapest

Both Mária–Csorba F. László: Források. Természet-tudomány-történet I. Nemzeti Tankönyvkiadó, 2003, Budapest

Tartalom

1. tétel. Egyenes vonalú egyenletes mozgás vizsgálata	5
2. tétel. Egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás	9
3. tétel. Körmozgás és rezgőmozgás	13
4. tétel. Mechanikai rezgések, matematikai inga	18
5. tétel. Mechanikai hullámmozgás	23
6. tétel. Periodikus mozgások	28
7. tétel. A gyorsulás, a szabadesés	31
8. tétel. Lendület, lendületváltozás és lendületmegmaradás	36
9. tétel. Testre ható erők. Súly súlytalanság	42
10. tétel. Newton törvényei	45
11. tétel. Súrlódás és közegellenállás	50
12. tétel. Pontszerű és merev test egyensúlya	54
13. tétel. Munka és energia	58
14. tétel. Az energiamegmaradás törvénye, teljesítmény és hatásfok	62
15. tétel. Állapotjelzők, termodinamikai egyensúly	65
16. tétel. Állapotegyenletek, gáztörvények (A középszintű érettségi követelményen túlmutat.)	69
17. tétel. Hőerőgépek	72
18. tétel. Hőtágulás	74
19. tétel. Halmazállapot-változások	78
20. tétel. Megmaradási törvények	81
21. tétel. Elektromos állapot	82
22. tétel. Többlettöltés vezetőkön	86
23. tétel. Mágneses mező	90
24. tétel. Az áram mágneses hatása	93
25. tétel. Elektromos töltés és mágneses mező	96
26. tétel. Ohm-törvény	98
27. tétel. Fogyasztók kapcsolása	101
28. tétel. Az elektromos áram hatásai	103
29. tétel. Az elektromos munka és teljesítmény	105
30. tétel. A mozgási indukció	107
31. tétel. A váltakozó áram	110
32. tétel. Elektromágneses hullámok	113
33. tétel. Az elektromos energia szállítása és felhasználása	117

34. tétel. Geometriai optika. Tükrök	119
35. tétel. Geometriai optika. Lencsék	123
36. tétel. A fény mint elektromágneses hullám	127
37. tétel. Az anyag részecsketermészete	130
38. tétel. Az atom szerkezete	133
39. tétel. Radioaktivitás	135
40. tétel. Radioaktív bomlás	137
41. tétel. Az atomreaktor	140
42. tétel. A Nap	143
43. tétel. A Naprendszer	146
44. tétel. Csillagászat	148
Életrajzok	151