Fizika munkafüzet

9. osztály

Készítette: Horváthné Hadobás Olga

Lektor: Rózsa Sándor

A pályázat neve:
TÁMOP 3.1.3 „Természettudományos oktatás komplex megújítása a Móricz Zsigmond Gimnáziumban”

Karakterszám szóközökkel: 99690

Tartalomjegyzék

Bevezetés

A 9. osztályos fizika fő témakörei a mozgástan, erőtan, munka és energia, valamint a folyadékok és gázok mechanikája. Ebben a munkafüzetben ezekhez a témákhoz tartozó kísérletek és mérések találhatók.

A fizika olyan természettudomány, amelynek törvényeit sokszor matematikai összefüggések formájában fogalmazzuk meg. Saját tapasztalatszerzéssel, önálló kísérletezéssel érthetőbbé válnak ezek a fogalmak. Érdemes bejárni azt az utat, amit a törvényeket felfedező tudósok is megtaláltak. Könnyebb úgy megérteni a jelenségek törvényszerűségeit, ha magad rakod össze az eszközöket, végzed el a méréseket és keresed meg a kapcsolatot a fizikai mennyiségek között.

A fizika alaptudomány. Ez azt jelenti, hogy fogalomrendszere, megfogalmazott törvényei a természet jelenségeinek leírását adják, és lehetőségeket nyitnak a technikai alkalmazásoknak, a mérnöki tervezésnek, és olyan találmányok megalkotásának, melyek nélkül el sem tudjuk képzelni a mindenapjainkat.

Laborrend

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

Munka- és balesetvédelem, tűzvédelem

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

Veszélyességi szimbólumok

Vigyázz! Meleg felület!

Vigyázz! Tűzveszély!

Vigyázz! Lézersugár!

Vigyázz! Radioaktív sugárzás!

Vigyázz! Áramütés veszélye!

Vigyázz! Mérgező anyag!

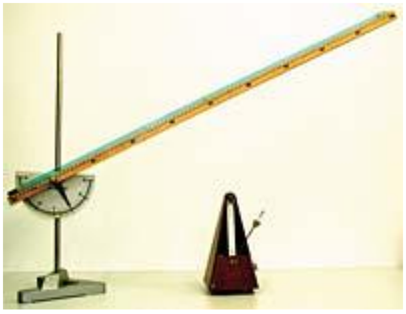
1. Az egyenes vonalú egyenletes mozgás vizsgálata

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés:
Mikola Sándor[1] nevéhez fűződik a vízzel feltöltött, kb. 1 méter hosszú üvegcső, melyben egy légbuborék található. A kissé megemelt csőben, különböző hajlásszögeknél különböző, de állandó sebességgel halad felfelé a buborék. Az út és a megtételéhez szükséges idő mérésével fogjuk meghatározni a buborék sebességét.

Feladat: A légbuborék mozgásának a jellemzőit fogjuk meghatározni.

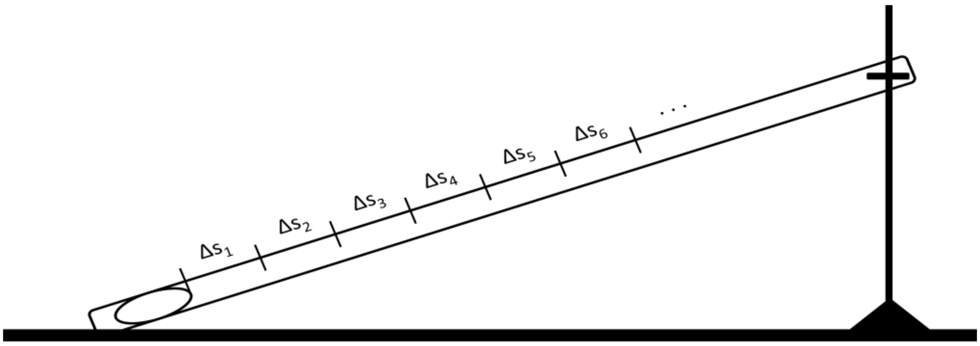
Szükséges eszközök: Mikola-cső és a hozzá rögzített mérőrúd (1. ábra), Bunsen-állvány, metronóm, stopper, kréta, törlőkendő.



1. ábra: Mikola-cső

1. A mérés leírása:

Állítsd be a Mikola-csövet úgy, hogy a vízszintessel kb. 20°-os szöget zárjon be (2. ábra). A metronómot úgy kell beállítani, hogy minden ütés között pontosan 1 másodperc teljen el. A metronóm minden második ütésekor ($\Delta t=2$ s) krétával jelöld be a buborék pillanatnyi helyét a mérőrúdon. Törekedj arra, hogy mindig a buborék elejéhez tedd a krétajelet. A mérőrúd skálájáról olvasd le az egyes Δs útszakaszok hosszát centiméterben!



2. ábra: Útszakaszok

2. feladat:

Töltsd ki a mért értékekkel a következő táblázatot! A mérést még kétszer ismételd meg! Az új mérés előtt a kendővel töröld tisztára a csövet! Minden oszlopban számold ki

---

[1] (1871-1945) matematika-fizika tanár, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja, nevéhez fűződik a Mikola-cső megalkotása. 1897-től a budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium tanára, majd 1928 és 1935 között igazgatója volt. Több nemzetközi hírű tudós, így Wigner Jenő és Neumann János is tanítványai voltak. Jelentős a tankönyvírói és a módszertani munkássága is. Évente megrendezik a Mikola Sándor Országos Tehetségkutató Versenyt fizikából a 9. és 10. osztályosok számára.

az egyes útszakaszok átlagát! Végül számold ki a buborék sebességét, a $v=\Delta s/\Delta t$ hányadost is az átlagos Δs-ből!

	Δs_1	Δs_2	Δs_3	Δs_4	Δs_5	Δs_6	Δs_7
1.mérés							
2.mérés							
3.mérés							
Átlagos Δs [cm]							
$v=\Delta s/\Delta t$ [cm/s]							

3. feladat:

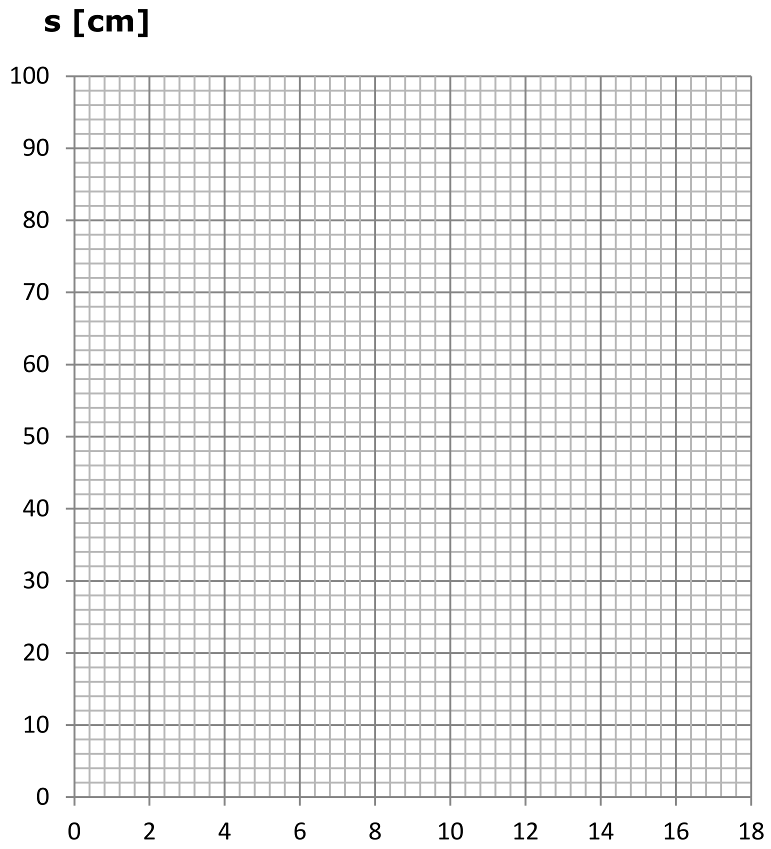
A mért adatok alapján töltsd ki a következő táblázatot, [cm]-ben add meg az s értékeit! A buborék által megtett út (az első sorban található: s_1, s_2, … s_7), a legelső jeltől kezdve az adott idő elteltével behúzott jelig tart, vagyis az addigi Δs útszakaszok összege. Az utolsó sorban számold ki a megtett út és az eltelt idő hányadosát!

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
megtett út: s [cm]							
eltelt idő: t [s]	2 s	4 s	6 s	8 s	10 s	12 s	14 s
$v=s/t$ [cm/s]							

4. feladat:

Készítsd el a buborék mozgásának út-idő diagramját! Kösd össze a pontokat és hosszabbítsd meg az origóig.

Út - idő diagram



Tapasztalat:

....

....

Milyen fajta arányosság?

....

5. feladat: Egészítsd ki a mondatokat!
Egyenletes mozgás esetén a test által megtett út egyenesen arányos az ....
A két mennyiség hányadosa .... , ami a test mozgásának a ....
Ezt a kapcsolatot a következő alakban fejezzük ki:
v = s / t = állandó, ahol a v mértékegysége .... , ... vagy ....
lehet. (Sorolj fel legalább három, a gyakorlatban használt sebesség mértékegységet!)

6. Mérési hibák:
a) A hiba egyik oka a krétajel vastagsága, ez akár 1-3 mm-es leolvasási hibát jelenthet.
b) A mérőrúd skálázása is mérési hibát okoz.
b) A harmadik hibalehetőség a reakcióidőből adódhat, hiszen a metronóm ütésére kell a jelet behúzni. Ez okozhat 0,1 s -0,3 s eltérést.

7. feladat: Változik-e a buborék sebessége, ha meredekebbre, vagy kevésbé meredekre állítjuk be a Mikola-csövet?

a) 20°-nál nagyobb szögben rögzítve, a szög ekkor kb. .... fok:

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
megtett út [cm]							
eltelt idő [s]	2 s	4 s	6 s	8 s	10 s	12 s	14 s
v=s/t [cm/s]							

b) 20°-nál kisebb szögben rögzítve, a szög ekkor kb. .... fok:

	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7
megtett út [cm]							
eltelt idő [s]	2 s	4 s	6 s	8 s	10 s	12 s	14 s
v=s/t [cm/s]							

Milyen következtetést vontál le a mérések eredményéből: ....

....

2. Egyenletesen gyorsuló mozgás vizsgálata lejtőn

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

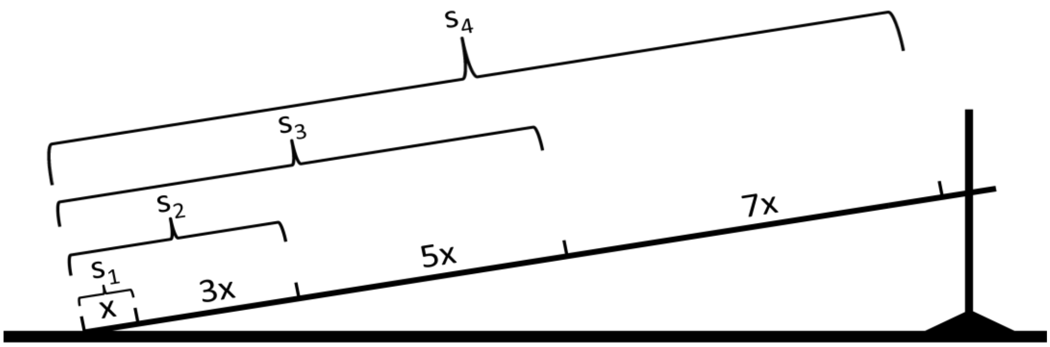
Bevezetés: A 17. században Galilei itáliai fizikus használta a lejtőt legurított golyók vizsgálatára. Ennek alapján fogalmazta meg híres tételét, hogy a szabadon eső testek mozgása nem függ a test tömegétől.

Szükséges eszközök: lejtő, Bunsen-állvány, stopper, mérőszalag, golyó, kréta, törlőkendő.

Feladat: A lejtőn leguruló golyó mozgása egyenletesen gyorsuló. Ennek a mozgásnak az úttörvényét fogjuk ellenőrizni, a golyó nulla kezdősebessége esetén.

1. A mérés leírása:

A lejtő magasságát az állvány segítségével állítsd be úgy, hogy az kb. 10°-os szöget zárjon be a vízszintessel (3. ábra). A lejtőre egy általad megadott x távolságot (x kb. a lejtő hosszának a 16-od része) és annak többszöröseit kell először felmérned krétával, az ábra alapján a lejtő aljától kezdve: x, 3x, 5x és 7x hosszúságú szakaszokat.



3. ábra: Lejtő

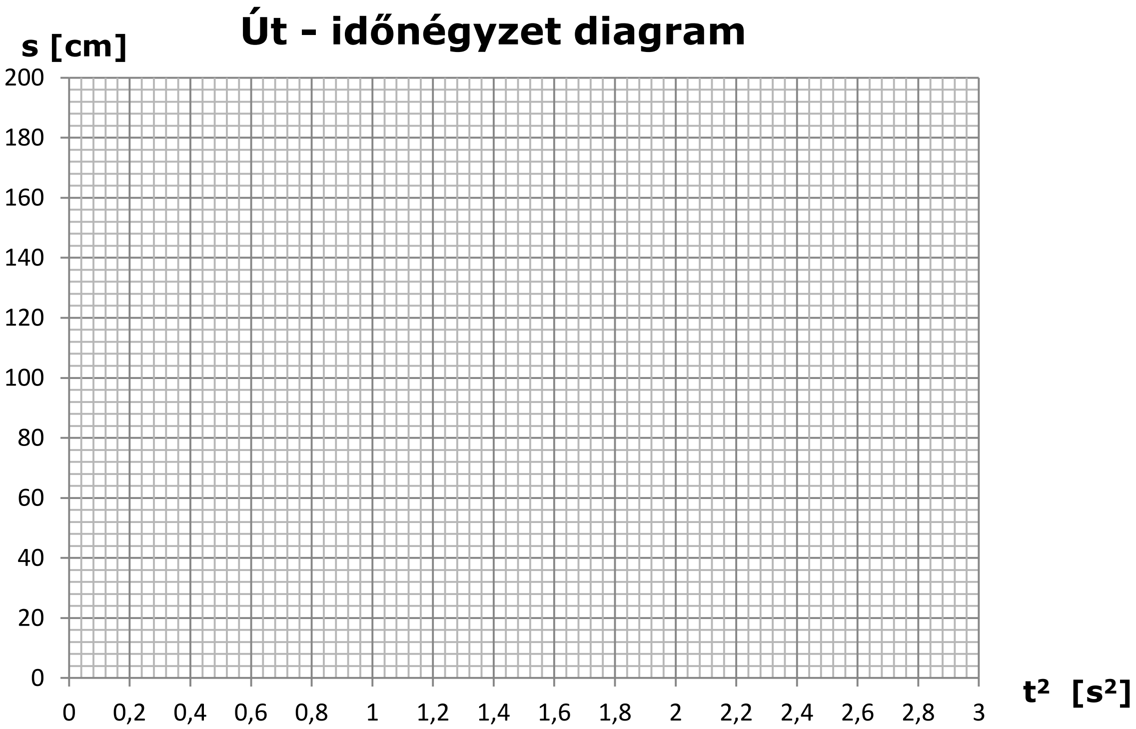
Indítsd el a golyót a megjelölt helyekről sorban egymás után, és mérd stopperrel, hogy mennyi idő alatt éri el a lejtő alját!

2. feladat: Töltsd ki a táblázatot a mért időértékekkel! A mérést még kétszer ismételd meg! Minden oszlopban számold ki a mért idők átlagát (t), az átlagidő négyzetét (t^2) ill. a golyó által megtett útnak és a t^2-nek a hányadosát!

		s_1 = x [cm]	s_2 = 4x [cm]	s_3 = 9x [cm]	s_4 = 16x [cm]
megtett út: s [cm]					
mért idő: t [s]	1. mé-rés				
	2. mé-rés				
	3. mé-rés				
átlagidő: t [s]					
t^2 [s^2]					
s/ t^2 [cm/ s^2]					

Hasonlítsd össze a táblázat utolsó sorában kapott értékeket! Milyen következtetést lehet ebből levonni?..

3. feladat: Ábrázold a golyó által megtett utat (s) az eltelt idő négyzetének (t^2) függvényében az alábbi diagramon, és kösd össze a pontokat!



Milyen grafikonra illeszkednek az ábrázolt pontok? ....
Milyen arányosság van a megtett út (s) és a t^2 között?..

4. feladat: Egészítsd ki a mondatokat!

Az egyenletesen gyorsuló mozgás esetén a test által megtett út az eltelt idő .... arányos. Az arányossági tényező értéke ebben a mérésben ....

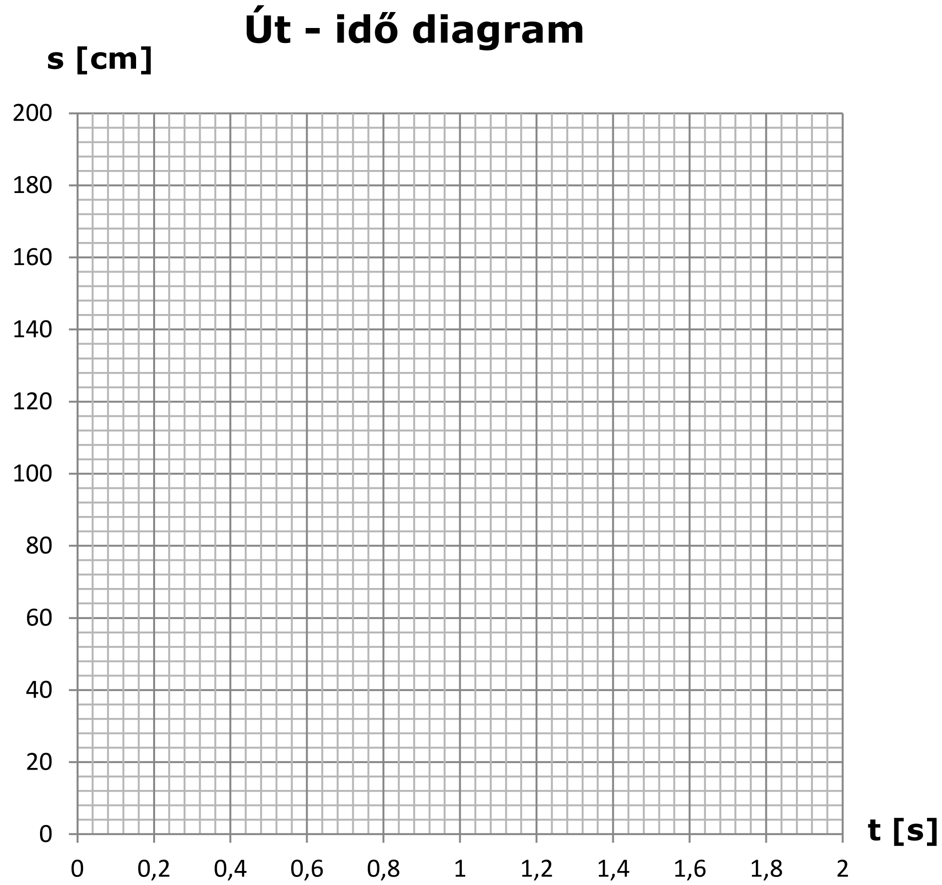
Ezt az egyenes arányt az úgynevezett négyzetes úttörvény a következő alakban fejezi ki:

$s = \frac{1}{2}\, a \cdot t^2$ ahol az a arányossági tényező a test ....

A gyorsulás a test sebességváltozásának és a közben eltelt időnek a ...., képlettel kifejezve: $a = \Delta v / \Delta t$.

A gyorsulás SI mértékegysége a ....

5. feladat: Ábrázold a golyó által megtett utat (s) az eltelt idő (t) függvényében az alábbi diagramon, és kösd össze a pontokat!



Milyen grafikonra illeszkednek a pontok? ....

6. Mérési hibák:

a) Az egyik hibalehetőség a reakcióidőből adódhat, hiszen a stoppert pontosan kell indítani és megállítani. Ez okozhat 0,1 s -0,3 s eltérést.

b) A távolságmérés hibája a mérőszalag legkisebb beosztásának a fele, vagyis 0,5 mm minden egyes szakasz kimérésekor, ill. a krétajel vastagsága akár 1-3 mm-es leolvasási hibát jelenthet.

7. Érdekességek, gyakorlati példák:

a) A légüres térben szabadon eső test gravitációs gyorsulása $g=9,8\ m/s^2$, ami azt jelenti, hogy minden másodperc elteltével 9,8 m/s-mal növekszik a sebessége.
b) Ha egy versenyautó álló helyzetből 3,6 másodperc alatt gyorsul fel 100-ra (ami 100 km/h sebességet jelent), akkor a gyorsulása 100 km/h = 27,78 m/s elosztva 3,6 s-mal, ami $7,72\ m/s^2$.
c) Egy Boeing 737-es utasszállító repülőgép felszállási sebessége 200 km/h, amit 27 s alatt ér el, így gyorsulása $2,06\ m/s^2$.
d) Egy F16-os vadászgép gyorsulása elérheti a gravitációs gyorsulás 6-szorosát is.

3. A szabadesés vizsgálata

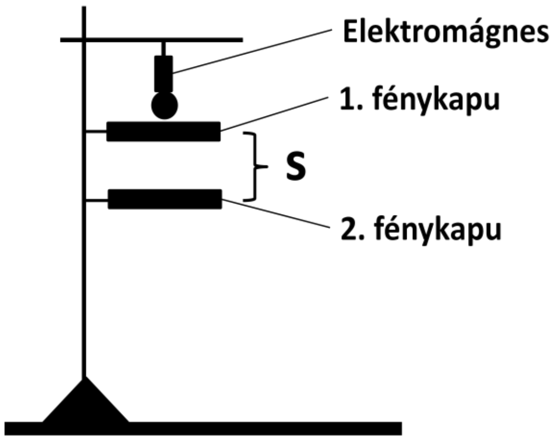
Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Ha a közegellenállás elhanyagolható, akkor a kezdősebesség nélkül eső test mozgását szabadesésnek nevezzük. A test szabadesését a gravitációs erő okozza, ezért gyorsulását gravitációs gyorsulásnak nevezzük, ami vektormennyiség, iránya mindig a Föld középpontja felé mutat, jele *g*, mértékegysége [m/s^2]. Értéke függ a Föld középpontjától vett magasságtól. A mi szélesség körünkön, tengerszinten *g* értéke 9,81 m/s^2.

Feladat: Megmérjük egy szabadon eső vasgolyó út-idő kapcsolatát. A szabadesés az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás speciális esete, ezért az út-idő kapcsolatát a négyzetes úttörvény fejezi ki: $s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$.
Ennek ismeretében a mérési adatok alapján ki tudjuk számolni a *g* gravitációs gyorsulás értékét.

Szükséges eszközök: Bunsen-állvány, 2 db fénykapu, elektromágnes, 2 db vezeték, 4 db krokodilcsipesz, zsebtelep, CE ESV adatbegyűjtő berendezés, méterrúd.

A mérés leírása: A 4. ábrán látható módon szereld fel az állványra a két fénykaput, és csatlakoztasd őket az adatbegyűjtőhöz! A vasgolyót elektromágnessel fogjuk indítani úgy, hogy megszakítjuk az áramkört. Az elektromágnest úgy rögzítsd az állványra, hogy a golyó éppen a fölső fénykapunál legyen és az esés kezdetén azonnal szakítsa meg a fénysugarat, és kapu azonnal indítsa el az időmérést. Az alsó fénykaput 10 cm-rel lejjebb rögzítsd, így az első mérés 10 cm hosszú útnak a befutásához szükséges időt adja meg.

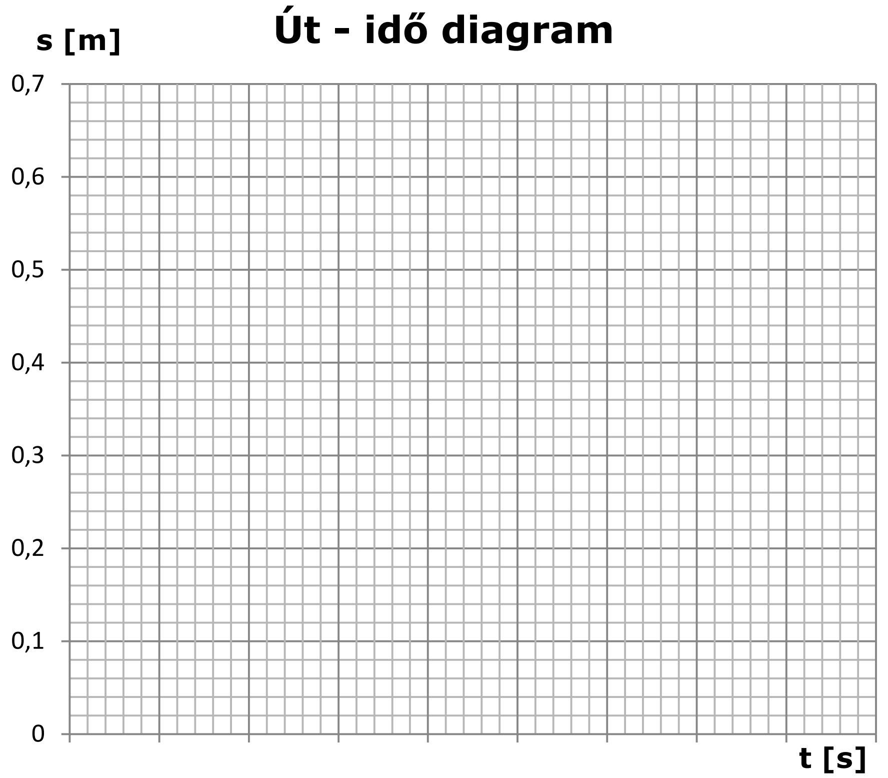


4. ábra: Szabadesés mérése

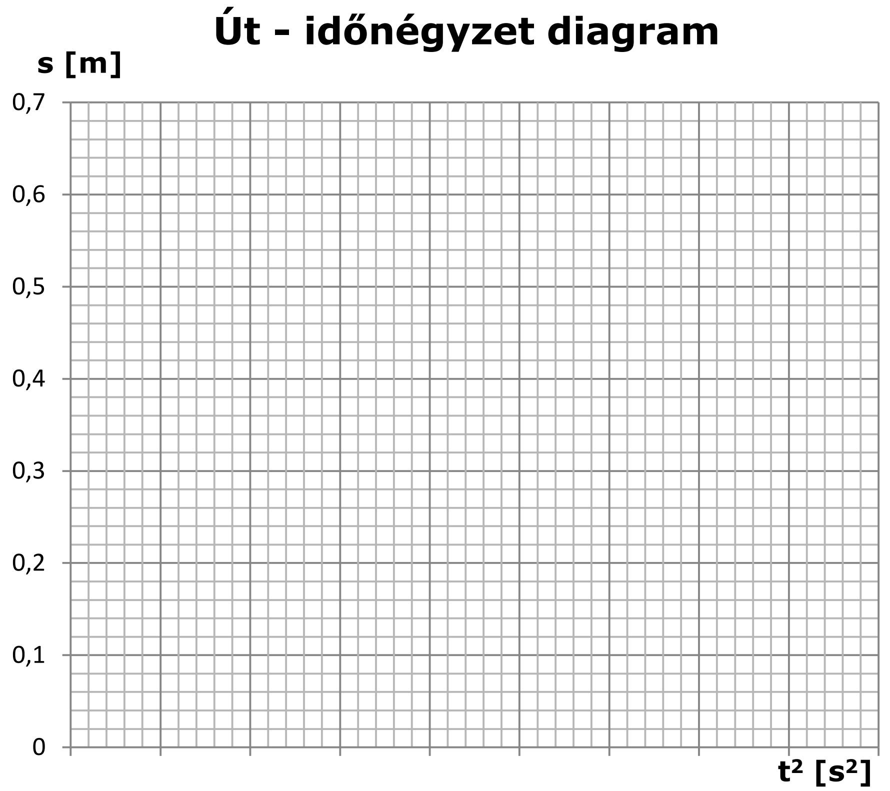
Minden egyes mérés után ereszd újabb 10 cm-rel lejjebb az alsó fénykaput, míg el nem éred az állvány alját. A méréssorozat eredményét írd be a következő táblázatba:

út: s [m]	0,1 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,6 m
idő: t [s]						
időnégyzet: t_2 [s^2]						

1. feladat: Ábrázold az adatokat út-idő diagramon! A vízszintes tengely beosztását a mért adatok alapján készítsd el!



2. feladat: Készítsd el út-időnégyzet diagramot! A vízszintes tengely beosztását a t^2 ér-tékei alapján készítsd el!



3. feladat: Válaszolj a következő kérdésekre:

a) Milyen arányosság van a golyó által megtett út és a megtételéhez szükséges idő négyzete között?

....

b) Határozd meg az út-időnégyzet grafikon meredekségét!

....

4. feladat: A szabadesés négyzetes úttörvénye $s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$ alapján és a meredekség alapján számold ki a g gravitációs gyorsulás értékét!

....

5. feladat: a) Hány másodperc alatt éri el a talajt egy tízemeletes ház egyik erkélyéről, 20 méter magasságból szabadon eső virágcserép? b) Mekkora sebességgel éri el a talajt?

....
....

Mérési hibák:

a) Hibát okozhat, ha a golyót nem pontosan helyezzük el. Ez kb. 1 mm-es eltérést jelent.

b) Hibát a távolságmérés is okozhat, ez a méterrúd legkisebb beosztásának a fele, vagyis 0,5 mm minden egyes szakasz kimérésekor.

4. Az egyenletes körmozgás vizsgálata

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: A megforgatott és magára hagyott küllős kerék (5. ábra) minden pontja egyenletes körmozgást végez a kerék tengelye körül, r sugarú körpályán.

Feladat: Az egyenletes körmozgást jellemző fizikai mennyiségek tanulmányozása: keringési idő (T), fordulatszám (f), szögsebesség (ω), és kerületi sebesség (v_k).

Szükséges eszközök: küllős kerék, fonál, nehezékek, Bunsen-állvány, csiga, stopper, mérőszalag, méterrúd.

5. ábra: Küllős kerék

1. A mérés leírása: A küllős kereket egy csigán átvetett fonálra akasztott nehezék fogja megforgatni. Állítsd össze a berendezést az 5. ábrán látható módon! A nehezéket mindig ugyanabból a magasságból engedd el! Ehhez használd a méterrudat. Minden mérésnél várd meg, míg a nehezék eléri a talajt, ekkor fog a kerék minden esetben azonos szögsebességgel forogni. A kerék kerületére ragasztott fehér szigetelőszalagot fogjuk megfigyelni. Ennek a pontnak kell többször megmérned a periódus idejét, a szögsebességét és a kerületi sebességét!

a) Mérd meg 10 teljes kör megtételéhez szükséges időt. A mérést kétszer ismételd meg, majd vedd a három mérés átlagát. Végül ezt 10-zel elosztva add meg a keringési időt! Töltsd ki a táblázatot!

	1. mérés	2. mérés	3. mérés	Átlag
10 teljes kör ideje: t [s]				

T = ……. s. A mérés alapján számold ki a fordulatszámot, az f = 1/T összefüggéssel, mert T idő alatt a kerék egy teljes fordulatot tesz meg: f = 1 / ……….. = ………. 1/s. A kapott érték azt jelenti, hogy a kerék 1 másodperc alatt ……………….. kört tesz meg.

b) Mérd meg 1, 2, 3, 4, 5, 6 teljes fordulat megtételéhez szükséges időt! Minden esetben 3 mérést végezz el! A mért értékeket írd be a táblázatba, és vedd az átlagukat!
Számold ki az adott fordulatok számához tartozó szögelfordulásokat: α [rad]! Egy teljes kör megtétele 2π radián szögelfordulást jelent.

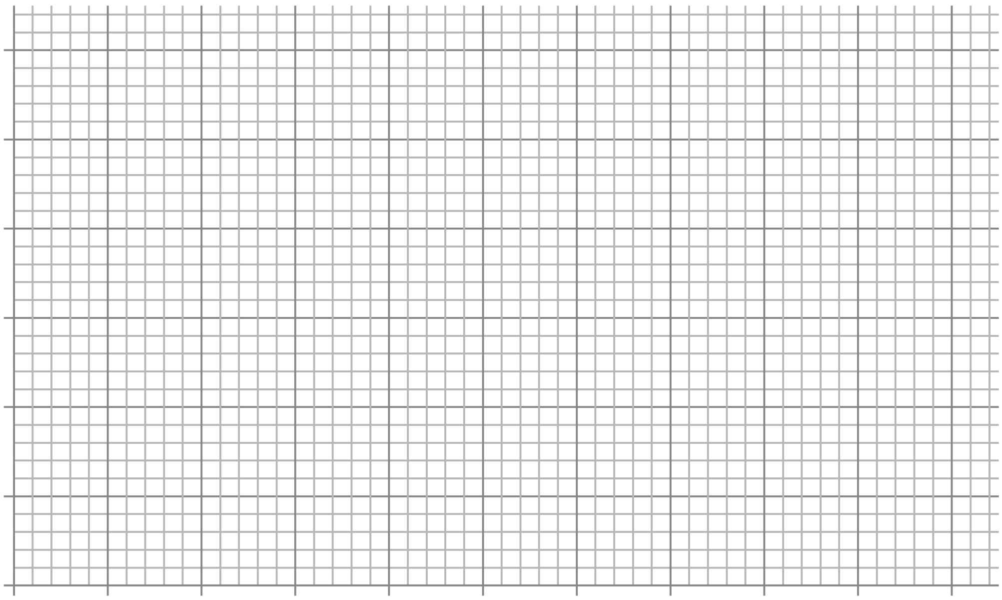
Fordulatok száma:		1	2	3	4	5	6
Szögelfordulás: α [rad]							
A mért időtartam: t [s]	1. mérés						
	2. mérés						
	3. mérés						
	Átlag						

Ábrázold a szögelfordulásokat az átlagidő függvényében! A tengelyek beosztását magad válaszd meg a táblázat második és utolsó sora alapján.

Szögelfordulás - idő diagram

Szögelfordulás

α [rad]



t [s]

Mért időtartam

Vonalzóval rajzolj egy olyan egyenest, amely az origóból indul, és a legjobban illeszkedik a pontokra. Milyen arányosságot lehet megállapítani az idő és a szögelfordulás között? Számold ki a berajzolt egyenes meredekségét, ami megadja az egyenletes körmozgás szögsebességét!

ω = ...1/s. Tehát $\omega = \alpha / t$.

c) Meg kell határoznod az egyenletes körmozgás kerületi sebességét! Először mérd meg a kerék sugarát! r = ... cm = ... m.

A kör kerületét a sugár 2π-szeresével számoljuk ki. Az előző táblázat alapján számold ki, hogy a fehér jelölés a keréken mekkora utakat tett meg a fordulatok alatt.

A táblázatot utolsó sorában a v_k = s/t képlettel számold ki a kerületi sebességeket!

Fordulatok száma:	1	2	3	4	5	6
Út: s [m]						
Mért időtartam: t [s]						
Kerületi sebesség: v_k [m/s]						

Számold ki a kerületi sebességek átlagát: v_k = ...m/s.

2. Mérési hibák:
a) Az egyik hiba a reakcióidőből adódik, hiszen a stoppert pontosan kell indítani és megállítani. Ez okozhat 0,1 s -0,3 s eltérést.
b) A távolságmérés hibája a mérőszalag legkisebb beosztásának a fele, vagyis 0,5 mm, a kör sugarának kimérésekor.
c) A méterrúd használatakor felléphet akár 5 mm-es hiba is a súly indítási magasságának beállításakor.

5. A sűrűség meghatározása

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Szükséges eszközök: mérőhenger, rugós erőmérő, kavics, sárga fémhenger, fekete fémhenger, zöld akasztós fémhenger (6. ábra), fakocka, parafa dugó, jelölő filctoll, cérna, fecskendő, műanyag vizes edény, hurkapálca darabok, dobókocka, digitális mérleg, kb. 0,5 dl ismeretlen anyagú folyadék, egy kémcső.

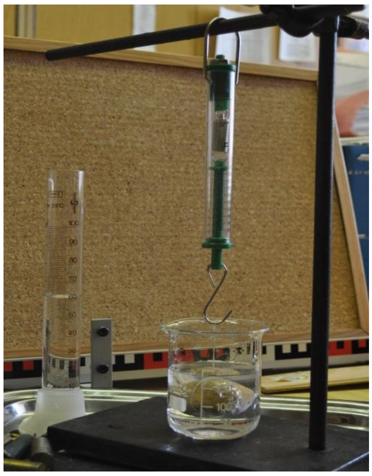
6. ábra: Fémhengerek

Feladat: Meg kell határoznod az adott testek sűrűségét. A sűrűség jele: ϱ, értékét úgy kapjuk meg, hogy a test tömegét elosztjuk a test térfogatával: $\varrho = m/V$. A 3. feladat alapján azt is el tudod majd dönteni, hogy melyik test milyen anyagból készült.

1. A mérés leírása:
a) A térfogat meghatározása: mérőhengerrel.
A test bemerítése előtt és után jelöld meg a vízszintet. A két szint különbségét olvasd le. A legkisebb osztásrész 1 cm^3 térfogatot jelent.

b) A tömeg meghatározása: rugós erőmérővel, amelyen a legkisebb osztásrész 10 gramm tömegnek felel meg.

2. A mérések elvégzése:
Mérd meg a testek térfogatát és tömegét!
Számold ki a testek sűrűségét!



7. ábra: Mérés kaviccsal

	V [cm^3]	m [g]	ϱ [g/cm^3]
kavics			
sárga fémhenger			
fekete fémhenger			
zöld akasztós fémhenger			
fakocka			
parafa dugó			

3. feladat:

Az alábbi táblázat alapján döntsd el, hogy milyen anyagúak azok a testek, amelyek valamilyen fémből készültek!

sárga fémhenger ....
fekete fémhenger ....
zöld akasztós fémhenger ....

Szilárd testek sűrűségtáblázata:

Szilárd test anyaga	**ϱ [g/cm^3]**
Alumínium [Al]	2,71
Alumínium-ötvözetek	2,4 ... 2,8
Arany [Au]	19,32
Beton	2,3 ... 2,4
Bronz	7,8 ... 8,8
Cink [Zn]	7,14
Ezüst [Ag]	10,49
Fa	0,48 ... 0,72
Parafa	0,15 ... 0,2
Gumi	0,96 ... 1,3
Kerámia	2 ... 3
Kőzetek, ásványok	2 ... 2,9
Gránit	2,6
Mészkő	2 ... 2,9
Márvány	2,6 ... 2,9
Kvarc	2,6
Magnézium [Mg]	1,74

Szilárd test anyaga	**ϱ [g/cm^3]**
Magnézium-ötvözetek	1,77
Nikkel [Ni]	8,89
Nylon; Poliamid	1,1
Ólom [Pb]	11,3
Ón [Sn]	7,3
Platina [Pt]	21,4
Réz [Cu]	8,94
Sárgaréz	8,4 ... 8,75
Szén [C]	2,25
Szilícium [Si]	2,33
Titán [Ti]	4,54
Üveg	2,4 ... 2,8
Vas [Fe]	7,87
Öntött-vas	7 ... 7,4
Kovácsolt-vas	7,4 ... 7,8
Acélok	7,85
Wolfram [W]	19,3

4. feladat: A táblázat adataiból azt is határozd meg, hogy a kavics milyen kőzet lehet:
....

5. feladat: A testek között van egy dobókocka. Vízbe rakva .... a vízben. Ennek a testnek a sűrűsége pontosan ugyanannyi, mint a .... sűrűsége, amit könnyen kiszámolhatunk, mert tudjuk, hogy 1 dm^3 víz tömege közelítőleg 1 kg, vagyis a sűrűsége: .... kg/dm^3 = ...g/cm^3.

6. feladat: A folyadékoknak is van sűrűsége. A térfogatukat mérőhengerrel mérjük meg, a tömegüket digitális mérleggel, először az üres mérőhenger tömegét, majd a folyadékkal együtt, majd vesszük a mért tömegek különbségét.

Határozd meg az ismeretlen olajszerű folyadék sűrűségét!
A folyadék térfogata: .... cm^3, a tömege: ....g,

tehát a sűrűsége: .... g/cm^3.
Ez a folyadék .... sűrűségű, mint a víz, amit kísérletileg úgy tudsz bizonyítani, hogy a kémcsövet a harmadáig feltöltöd vízzel, majd egy harmadnyi folyadékot hozzáöntesz. Összerázás után 2-3 percig nyugalomba helyezed és megvizsgálod, mi fog történni:
....
Színe, szaga, tapintása és sűrűsége alapján az ismeretlen folyadék az ....
Nevezz meg olyan folyadékot, ami jóval nagyobb sűrűségű, mint a víz, például a kb. 13,6 g/cm^3 sűrűségű folyadék a ....

7. Mérési hibák:
a) A térfogatmérésnél kb. 0,5 cm^3 hiba adódhat, a tollal húzott vonal vastagsága miatt.
b) Az erőmérő leolvasásából származó hiba kb. 0,5 g.

8. Feladatok:

A megoldásnál használd a fenti sűrűségtáblázatot!

1. Hány kilogramm a 10 literes benzines kanna tömege, ha az üres kanna tömege 1300 g, a benne lévő 10 liter üzemanyag sűrűsége pedig 0,72 g/cm^3?
2. Mekkora a tömege 1 liter higanynak? Hányszorosa ez 1 liter víz tömegének?
3. Melyik a nehezebb? 1 gramm alumínium, vagy 1 gramm ólom?
4. Mennyi a térfogata 1 gramm alumíniumnak, és 1 gramm ólomnak?
5. Egy bronz ötvözetben 80% réz, 16% ón és 4% alumínium található. Számold ki a bronz ötvözet sűrűségét!

6. Testek tehetetlensége

Bevezetés: Sokan gondolják, hogy a testek mozgásban tartásához mindig szükséges valamilyen külső erő. Egy súrlódásmentes asztalon guruló golyó mozgásához is szükség van erőre?
Newton angol fizikus alkotta meg azokat a törvényeket, amelyek megadják a magyarázatot a mozgás és az erő kapcsolatára. Newton I. törvénye: a tehetetlenség törvénye.
Mit jelent a testek tehetetlensége?

Szükséges eszközök: fahasáb, filctoll, papírcsík, papírlapok, pohár, pénzérmék, vonalzó, CD lemez, papírguriga, cérna, ragasztószalag, olló, kiskocsi, dominók, mágnes, burgonya, szívószál.

1. kísérletsorozat:
Azt fogjuk vizsgálni, hogyan viselkednek a nyugalomban lévő testek, ha különböző fajta erőkkel hatunk rájuk. Nagyon rövid, a másodperc törtrésze alatt kell a jelenségeknek megtörténni, hogy a testek tehetetlenségét be tudjuk mutatni. Érdemes lassan is kipróbálni mindegyik kísérletet, hogy jól lehessen látni a különbséget. Többször is próbáld ki mindegyiket!

1. kísérlet: Állítsd fel függőlegesen a filctollat az asztal szélére, és tedd alá a papírcsíkot úgy, hogy annak nagyobbik része az asztalról lelógjon. A feladat úgy kivenni a papírt a filctoll alól, hogy az ne boruljon fel. Mit tapasztalsz, ha:
a) nagyon lassan húzod ki a papírt a toll alól:...
b) gyorsan húzod ki a papírt a toll alól...
c) egy nagyon gyors mozdulattal felülről ráütsz a papírcsíkra: ....

2. kísérlet: Tedd a CD lemezt a pohár tetejére és a lemez közepére egy öt forintos pénzérmét. Hirtelen mozdulattal húzd ki, vagy pöcköld ki a CD-t! Mi történik a pénzérmével?
....

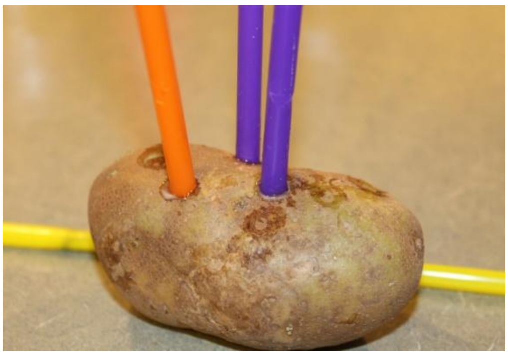
3. kísérlet: Vízzel háromnegyed részéig töltött poharat helyezz a papírlapra és hirtelen mozdulattal rántsd ki alóla a papírlapot. Írd le, hogy mit tapasztaltál!
....

4. kísérlet: A két papírgurigára vékony cérnaszálakat ragasztottunk. Akaszd fel az egyik gurigát az állványra a madzaggal, függőleges helyzetben. Lassan húzd lefelé az alsó cérnaszálat addig, amíg valamelyik el nem szakad. Az alsó vagy a felső cérna szakadt el?
....
A másik gurigával ismételd meg a kísérletet, de most nagyon gyors mozdulattal rántsd meg az alsó cérnaszálat. Most mi fog történni?
....

5. kísérlet: A kapott pénzérmékből építs egy tornyot. A vonalzóval, egy gyors mozdulattal üsd ki a legalsó érmét a torony aljáról. Eldől-e a torony? ....
Mi történik, ha lassan tolod ki az alsó érmét? ....

6. kísérlet: A burgonyán át kell szúrni a szívószálat (8. ábra). A burgonya kemény, a szívószál pedig vékony műanyagból készült, és elhajlik. Mi történik, ha egy nagyon gyors mozdulattal próbálod meg átszúrni?
Nagyon vigyázva csináld a kísérletet, nehogy a kezedbe döfd a szívószálat, mert megsérülhetsz!

....



8. ábra: Szívószállal átszúrt krumpli

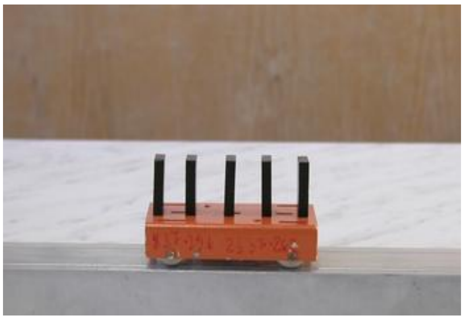
7. Demonstrációs kísérlet: Egy kb. 1 kg tömegű fadarabot egy vékony madzaggal felfüggesztünk, majd ugyanabból a madzagból 5-6 szálat összesodorva, és azt a fadarab aljára felerősítve, egy nagyon gyors mozdulattal lefelé megrántjuk. A fölső vagy az alsó madzag fog elszakadni? ....
Ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy lassan húzzuk lefelé az alsó vastagabb, és erősebb madzagot.
Mi történik? Miért? ....

Válaszolj a következő kérdésekre!
1. Miért olyan nagy tömegű a kovács üllője?

....
2. Egy nagy fatuskón könnyű a tűzifa felhasogatása. Miért?

....

2. kísérletsorozat:
Hogyan viselkednek a mozgó testek akkor, ha külső erőhatásokkal megváltoztatjuk a mozgásukat?
1. kísérlet: Állítsd fel a dominókat a kocsira egymás mögé (9. ábra)! Ütköztesd a kiskocsit a fahasábnak. Rajzold le az üres keretbe az ütközés utáni pillanatot!



9. ábra: Dominók kiskocsin

Tapasztalat:
a kocsi lefékezésekor a dominók ....estek. Ha autóban utazva nem kötjük be a biztonsági övet, egy nagy erejű ütközéskor a be nem kötött személy: ....

2. kísérlet: Állítsd fel újra a dominókat a kocsira, és egy kis kezdősebességgel indíts el a kocsit az asztalon. Vigyázz, hogy induláskor ne dőljenek el a dominók! Mi történik a dominókkal, ha a mágnes segítségével felgyorsítod a kocsi mozgását?

A dominók tehetetlenségük miatt mindkét esetben megtartották eredeti ...., míg a kocsinak a rá ható külső erők miatt ....a mozgásállapota.

Newton I. törvényét a tehetetlenség törvényének nevezik.
Azt a vonatkoztatási rendszert, amelyben teljesül a törvény, inerciarendszernek nevezzük.
Mindenki tapasztalta, hogy járművön utazva induláskor hátra-, fékezéskor előredőlünk, a kanyarban pedig kifelé dőlünk. A tehetetlenség törvénye tehát nem érvényes a sebességüket változtató járművekben, ezek nem inerciarendszerek.
Írj példákat:
a) Inerciarendszer: ....

b) Nem inerciarendszer: ....

Válaszolj a következő kérdésekre!

1. Egy járműben hosszú zsinegre egy nehezéket akasztottak. Mi történik az ilyen ingával, amikor a jármű elindul, fékez vagy kanyarodik?

....

2. Rázással távolítjuk el a port a szőnyegből. Indokold meg, hogy miért!

....

3. Miért lehet a gyümölcsöt lerázni a fáról?

....

4. Miért nem marad le a világűrben nagy sebességgel haladó űrhajótól a belőle kilépő űrhajós?

……

5. Miért veszélyes mozgó vonatról vagy másfajta mozgó járműről leugrani, vagy lelépni?

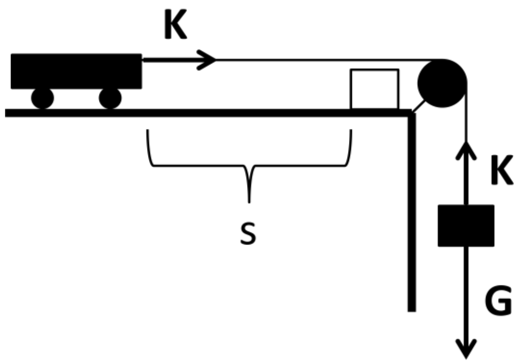
……

7. Newton második törvénye

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Egy test mozgásállapotának megváltoztatásához erőre van szükség. Ez az erő a test gyorsulását okozza. Ha álló helyzetből gyorsítjuk a testet, akkor az út-idő kapcsolatot az $s = \frac{1}{2} a t^2$ négyzetes úttörvény fejezi ki, amelyből az út és az idő megmérésével ki tudjuk számolni a gyorsulást. Mi lesz az erő és a gyorsulás kapcsolata?
Az összefüggés Newton II. törvénye, amit a dinamika alaptörvényének nevezünk.

Feladat: Hogyan függ a kocsi gyorsulása a rá ható erő nagyságától?
A kocsira ható gyorsító erő közelítőleg arányos a nehezékek számával, ha a kocsi tömege jóval nagyobb a nehezékek tömegénél. (10. ábra).
A kocsit a K kötélerő gyorsítja, ez a kocsira ható eredő erő: $F_e = K$.
A súrlódás elhanyagolható.



10. ábra: Gyorsuló kocsi

Szükséges eszközök: 2 db kiskocsi, egy asztal sarkára szerelhető csiga, 3 db egyenlő tömegű nehezék, fahasáb, szigetelő szalag, madzag, rugós erőmérő, mérőszalag.

1. mérés: 1, 2, majd 3 darab nehezékkel fogjuk a kocsit gyorsítani. Szereld össze a 10. ábrán látható elrendezést! A fahasáb lesz az ütköző. A kocsi útja az ütközőig: s = 0,6 m legyen.
Mindegyik nehezék esetén legalább háromszor mérd meg az időtartamot és vedd a három mért idő átlagát ($t_{átlag}$). Ezzel pontosabbá tesszük a mérést. Nagyon kiugró érték esetén ismételd meg a mérést. A gyorsulás értékét az $a = 2s / t^2$ képlettel tudod kiszámolni. Töltsd ki a táblázatot!

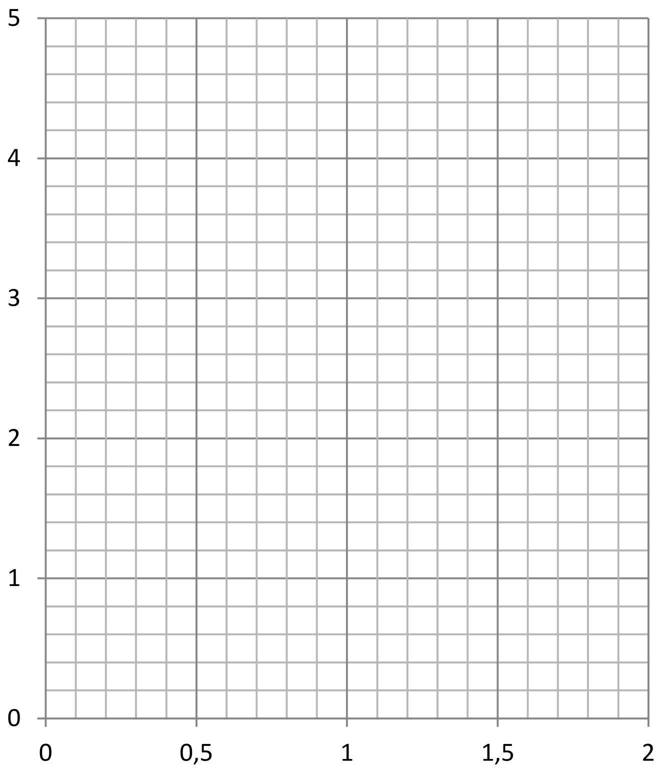
	Mért idő: t [s]	$t_{átlag}$ [s]	t^2 [s^2]	Gyorsulás: a [m/s^2]
1 nehezék				
2 nehezék				

3 nehezék				

Ábrázold diagramon a gyorsító erő és a gyorsulás kapcsolatát:

Gyorsítóerő - gyorsulás diagram

Gyorsítóerő
K [N]



Gyorsulás
***a* [m/s²]**

Kösd össze a pontokat!
Milyen grafikont kaptál?

....

Milyen arányosság van az erő és a gyorsulás között?

....

Egy testre ható erők eredője és az általa okozott gyorsulás .... egymással: $F_e \sim a$. Hányadosuk .... A következő mérésünkben megvizsgáljuk, hogy mi ez az állandó.

2. mérés: Növeld kétszeresére a kocsi tömegét. Végezd el a méréssorozatot újra ebben az esetben is. Töltsd ki a táblázatot!

	Mért idő: t [s]	$t_{átlag}$ [s]	t^2 [s^2]	Gyorsulás: a [m/s^2]
1 nehezék				
2 nehezék				
3 nehezék				

Hasonlítsd össze a most kapott gyorsulásokat az első mérés gyorsulás értékeivel! Mit tapasztalsz?

....

Megállapíthatjuk, hogy ha ugyanakkora erővel kétszer nagyobb tömegű testet gyorsítunk, akkor az elért gyorsulás .... lesz.

Következtetés: a nagyobb tehetetlenségű testet nehezebb felgyorsítani. Ez azt jelenti, hogy az erő és a gyorsulás hányadosa a test tehetetlenségére jellemző állandó, a test tömege:

$F_e / a = m$.

Az összefüggést vektoros alakban felírva: $\underline{F}_e = m \cdot \underline{a}$ ezzel megkaptuk Newton II. törvényét.

Mérési hibák:

a) A távolság mérésének hibája a mérőszalag legkisebb beosztásának fele, kb. 0,5mm.

b) A stopperrel való mérés hibája a reakcióidőtől függ, ez 0,1-0,3 s lehet.

Elhanyagoljuk a súrlódást, a csiga saját tömegét és a madzag megnyúlását.

8. Hatás-ellenhatás törvénye

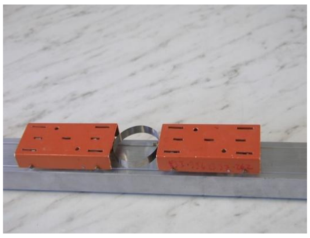
Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Két test kölcsönhatásakor az erők mindig párosával lépnek föl. Általánosan igaz, hogy amikor egy test erőhatást fejt ki egy másikra, akkor ez a másik test is erőhatást gyakorol az elsőre. Két test kölcsönhatásánál fellépő egyik hatást erőnek, a másikat ellenerőnek nevezzük. Newton III. törvénye mondja ki, hogy milyen kapcsolatban áll egymással ez a két erő.

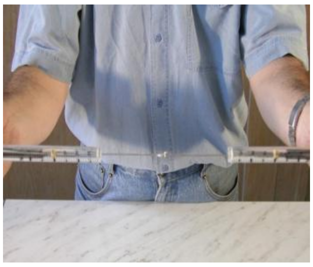
Feladat: Newton III. törvényének tanulmányozása.

Szükséges eszközök: rugós kiskocsik, madzag, olló, gyufa, rugós erőmérők, üvegkád, falapok, mágnes, vasdarab, műanyaghenger, műanyag vizes edény, magas tálca, szívószálak, 2 db Bunsen-állvány, léggömb, ragasztószalag.

1. kísérlet: A 11. ábrán látható rugós kiskocsikat egy madzaggal összekötöttük úgy, hogy köztük a rugót összenyomtuk. Ha gyufával elégetjük a madzagot, akkor a rugó visszanyeri eredeti alakját és egyforma erővel szétlöki a kocsikat. Végezd el a kísérletet!



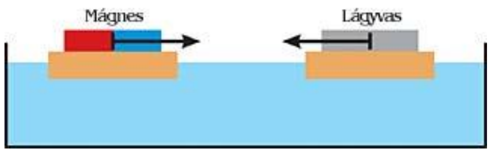
11. ábra: Rugós kocsik



12. ábra: Erőmérők

2. kísérlet: Akaszd egymásba a két rugós erőmérőt. Bármekkorára húzzuk is szét őket, az erőmérők mindig .... nagyságú erőket jeleznek. Az erők iránya ...., mert az erőmérőket is ellentétes irányba húzzuk (12. ábra).

3. kísérlet: Töltsd fel vízzel kb. feléig a műanyagtálcát. Az egyik falapra gumigyűrűvel rögzítsd a rúdmágnest, a másikra pedig a vasdarabot. Tedd a vízre a két eszközt és figyeld meg, mi történik! A 13. ábrán láthatod az erő és ellenerő vektorokat.

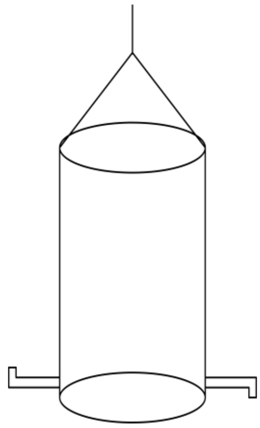


13. ábra: Erő-ellenerő

Tapasztalat: ....

4. kísérlet: Készítsd el a 14. ábrán látható eszközt! Illeszd a hajlítható szívószál darabokat a henger palástján kifúrt lyukakba. 1-2 cm szívószál darab kerüljön a henger belsejébe! A két szívószálat ellentétes irányba fordítsd. Tedd rá a tálcára az állványt, és madzaggal függeszd fel rá az eszközt. Töltsd fel vízzel a hengert és írd le, hogy mi történik!

....



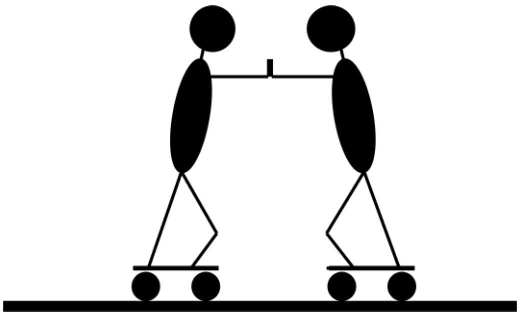
14. ábra: Segner-kerék

Rajzold be a 14. ábrába, merre folyik a víz, és merre forog a henger!
Ezt a berendezést feltalálójáról Segner-keréknek nevezzük.
Indokold meg, hogy miért forog a henger!

....

Hogyan lehet elérni hogy a henger ellentétes irányba forogjon? ....
Próbáld ki, hogy működik-e az elképzelésed!

Demonstrációs kísérletek:
5. kísérlet: Kísérletek gördeszkákkal. Két önként vállalkozó tanuló mutathatja be a gördeszkás kísérleteket.



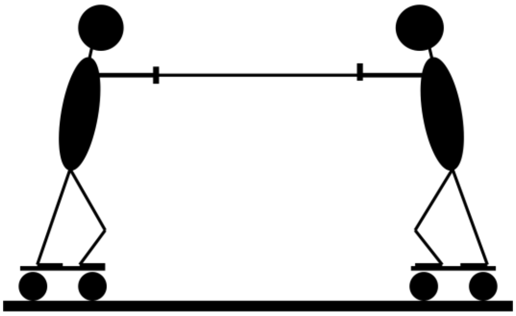
15. ábra: Gördeszka 1.

a) A két tanuló egymással szemben állva egyikük ellöki a másikat. Rajzold a 15. ábrába, hogy milyen erők hatnak!

Mi fog történni?

....

....



16. ábra: Gördeszka 2.

b) A két tanuló egymással szemben állva egy kötél két végét tartja. Az egyik tanuló elkezdi maga felé húzni a másikat. Rajzold a 16. ábrába, hogy milyen erők hatnak!

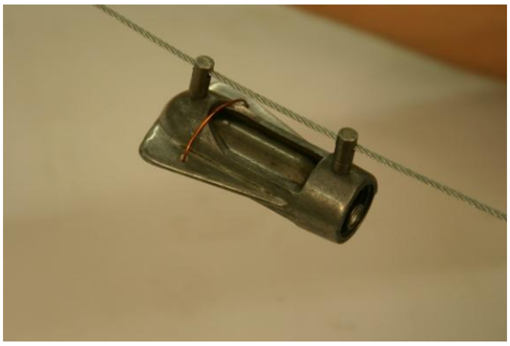
Mi fog történni?

....

....

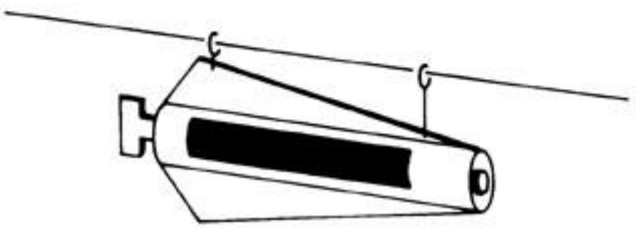
c) Az a feladat, hogy előrefelé le kell ugrani a gördeszkáról, úgy hogy a gördeszka mozdulatlan maradjon. Sikerülhet-e ez a mutatvány? Rajzold le önállóan, hogy mi fog történni!

6. kísérlet: A rakétameghajtás[2] elvének bemutatása: patronrakéta mozgása vízszintesen kifeszített dróton (17. ábra). A széndioxiddal töltött patront kilyukasztjuk egy hegyes szög és egy kalapács segítségével. Figyeld meg, hogy merre áramlik ki a gáz a patronból, és merre indul el a rakéta. Rajzold a 18. ábrába, hogy milyen erők hatnak!



17. ábra: Patronrakéta

A kísérlet nagyon veszélyes, mert a nagy nyomású gáz igen nagy erővel áramlik ki a patronból. Ha elszabadul a rakéta, akkor súlyos sérülést okozhat. Ez a kísérlet csak laboratóriumi környezetben, tanár által végezhető el!



18. ábra: Erő-ellenerő

7. kísérlet: Önállóan elvégzendő rakétás kísérlet következik. A két állványt helyezd el az asztal két végére, és közéjük feszíts ki egy madzagot, amire előzőleg fűzz fel egy szívó-

[2] Az orosz Ciolkovszkij ismerte föl elsőként a rakétameghajtás elvét. 1883-ban közölt tudományos naplójában leírta, hogy a világűrben való mozgásra a hatás-ellenhatás törvényén működő rakéta a legalkalmasabb eszköz. Kidolgozta a rakéta mozgásának elméletét és ezt 1903-1914 között hozta nyilvánosságra. Ennek lényege, hogy a rakéta és a benne lévő hajtóanyag alkot egy rendszert, és a rakétából kiáramló nagy sebességű égésgáz tolja előre a rakétát.

szálat, ez lesz rakéta teste. Fújd fel nagyra a léggömböt, és tanulótársad segítségével egy kör ragasztószalaggal rögzítsd fel a szívószálra. Engedd el a léggömb száját és figyeld meg a történéseket!
Rajzold le, hogyan mozog a rakéta,
és milyen erők hatnak!

8. feladat: Összegezd az eddigi tapasztalatokat és fogalmazd meg Newton III. törvényét!

Ha egy test erőt fejt ki egy másik testre, akkor a második test is ....
A két erő egyenlő nagyságú, azonos hatásvonalú, de .... irányú.
Ezt a törvényt a hatás- ....törvényének nevezzük, vagy ....-reakció elvének is hívhatjuk.
A kölcsönhatásban fellépő két erőt erő - .... párnak nevezzük.

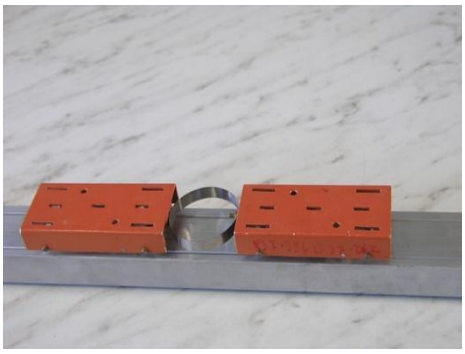
9. Válaszolj a kérdésekre!

1. Mi történik a tavon lengedező csónakkal, ha beugrunk róla a vízbe?
2. Miért rúg hátra a puska a lövedék kilövésekor?
3. Ha egy személyautó és egy teherautó frontálisan összeütközik, akkor a személyautó sokkal nagyobb mértékben fog összetörni. Miért?
4. Egy ló elrugaszkodik a talajtól. Milyen erők lépnek fel a kölcsönhatásban? Mi a helyzet akkor, ha a ló jeges úton próbál meg elrugaszkodni?

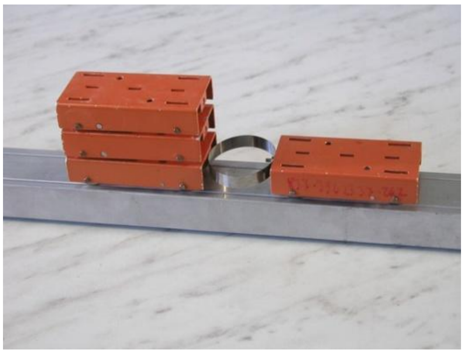
9. Az impulzus megmaradása, kiskocsis ütközések

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Egy test lendületén a test sebességének és a tömegének a szorzatát értjük. Vektormennyiség, melynek iránya mindig a test sebességének irányával egyezik meg. Jele I, mértékegysége [kg·m/s]. Képlete: $\underline{I} = m \cdot \underline{v}$, ahol m a test tömege és $\underline{v}$ a test sebességvektora.
Az impulzus megmaradás törvénye kimondja, hogy zárt rendszer összes impulzusa állandó. Ezt a törvényt fogjuk vizsgálni a kísérletekben.
Feladat: Zárt rendszerünk könnyen gördülő kiskocsikból áll, melyeket ütköztetni fogunk, különböző kezdő feltételekkel indítva őket és megfigyeljük, hogy az ütközés után milyen sebességgel fognak mozogni.



19. ábra: Két rugós kocsi



20. ábra: Ütközés

Tökéletesen rugalmas ütközéskor nem változik meg a rendszer tagjainak összes mozgási energiája, és az ütközés után a testek visszanyerik eredeti alakjukat, míg a rugalmatlan esetben a mozgási energia megváltozása maradandó alakváltozást okoz a testeken.
A rugóval felszerelt kiskocsik ütköztetése tökéletesen rugalmas ütközés (19. ábra, 20. ábra), míg a kiskocsikra szerelt tépőzárak biztosítani fogják a tökéletesen rugalmatlan ütközést.

Szükséges eszközök: sín, 3 db kiskocsi, rugók, tépőzárak.

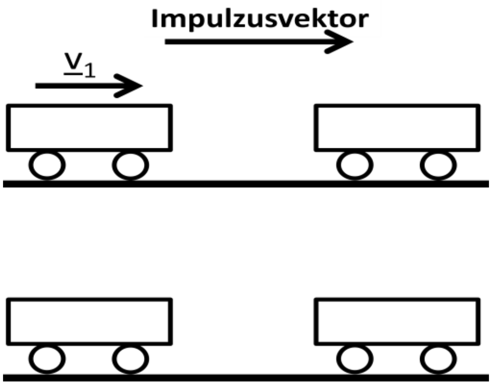
1. mérés: Tökéletesen rugalmas ütközés egy mozgó és egy álló kiskocsival.
A sín hosszának felénél álló kiskocsihoz ütköztesd a rugós kiskocsit.
Figyeld meg a kocsik sebességét az ütközés előtt és után, ha a) esetben a két kocsi tömege egyenlő, b) esetben az álló kocsi tömege kétszerese a mozgó kocsi tömegének, és c) esetben az álló kocsi tömege fele akkora, mint a mozgó kocsi tömege.
Az ábrákba mindenhová rajzold be az impulzusvektorokat, és az ütközés utáni sebességvektorokat is!

a) Ha $m_1=m_2$ (21. ábra).

Az ütközés után a bal oldali kocsi .... , a jobb oldali .... sebességgel mozgott tovább, impulzusa .... lett, ami .... a kezdeti impulzussal.

ütközés előtt:

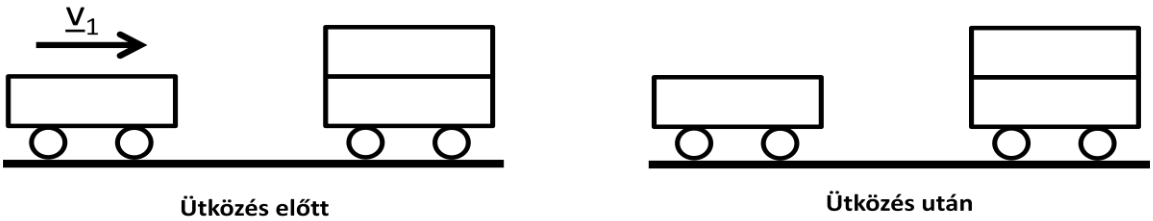
ütközés után:



21. ábra: Ütközés 1.

b) Ha $m_2=2m_1$ (22. ábra).

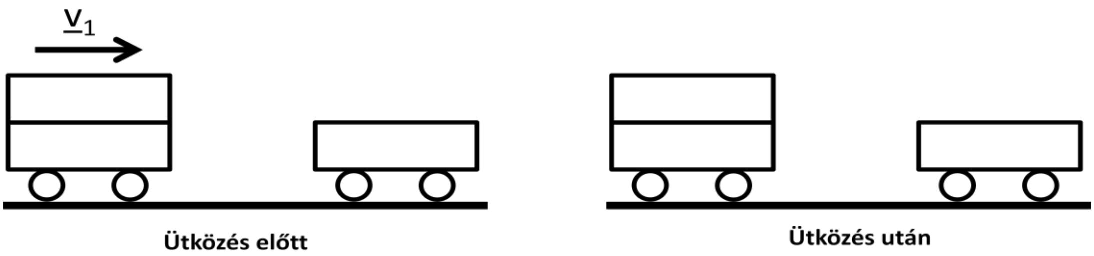
	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	v_1	
m_2	0	



22. ábra: Ütközés 2.

c) Ha $m_2=m_1/2$ (23. ábra), vagyis a bal oldalon két kocsi van egymásra rakva, a jobb oldalon pedig csak egy van.

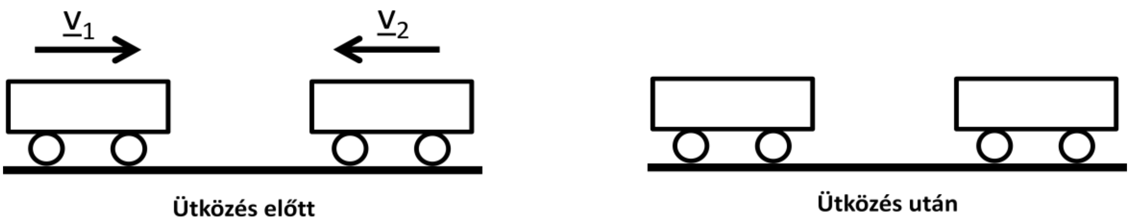
	Ütközés előtt	Ütközés után
m_1	v_1	
m_2	0	



23. ábra: Ütközés 3.

2. mérés: Tökéletesen rugalmas ütközés két, szemben mozgó kiskocsival.
A sín két végéről indítsd el a két rugós kiskocsit egymással szemben, ugyanakkora sebességgel. Figyeld meg a kocsik sebességét az ütközés előtt és után, ha a) esetben a két kocsi tömege egyenlő, b) esetben a jobb oldali kocsi tömege kétszerese a bal oldali kocsi tömegének. Az ábrákba rajzold be az impulzusvektorokat, és az ütközés utáni sebességvektorokat is!

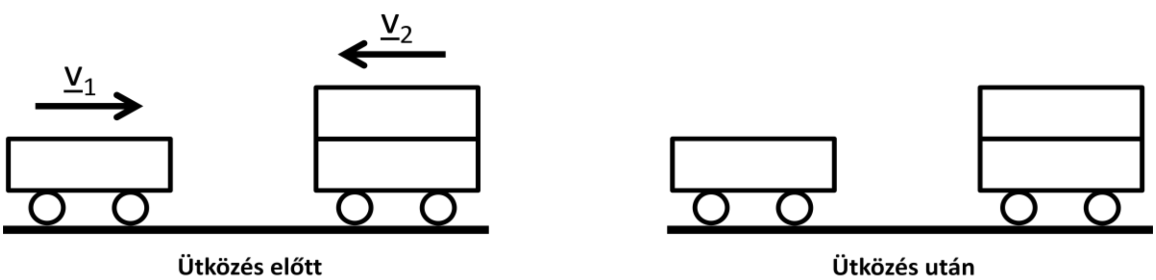
a) Ha $m_1=m_2$, (24. ábra) az ütközés után a sebességek kicserélődtek, vagyis:



24. ábra: Ütközés 4.

a bal oldali kocsi .... sebességgel ....,
a jobb oldali kocsi .... sebességgel ....,
a rendszer összes impulzusa az ütközés előtt nulla volt, ütközés után az összes impulzus ....lett, vagyis teljesült az impulzus .... törvénye.

b) Ha $m_2=2m_1$ (25. ábra).

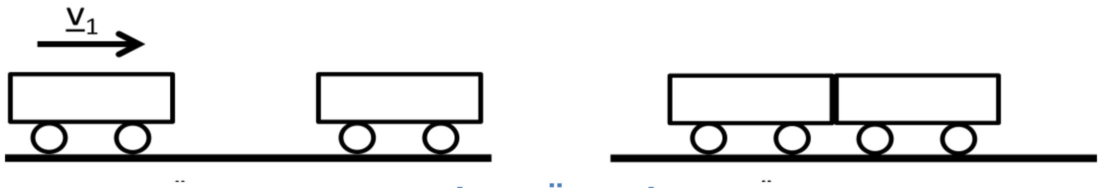


25. ábra: Ütközés 5.

Írd le a megfigyelésedet! ....
....
Teljesül-e az impulzus megmaradás törvénye? Válaszodat indokold! ....
....

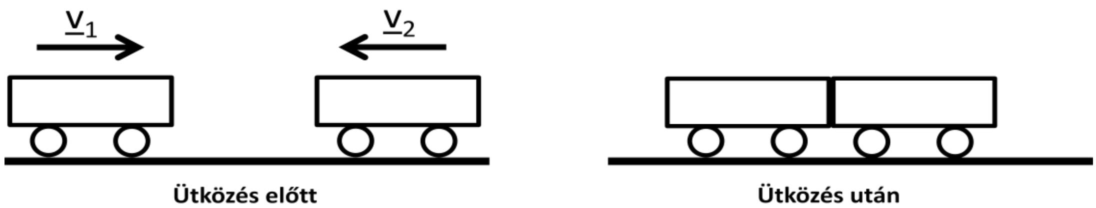
3. mérés: Tökéletesen rugalmatlan ütközés két kiskocsival.
A rugó helyett szereld fel a kocsira a mágnest, ami biztosítani fogja a rugalmatlan ütközést. Az ábrákba rajzold be az impulzusvektorokat, és az ütközés utáni sebességvektorokat is!

a) Két egyenlő tömegű kocsi egyikét ütköztesd a sín hosszának felénél álló kocsihoz. Ütközéskor a kocsik összetapadnak és együtt mozognak tovább (26. ábra).



26. ábra: Ütközés 6.

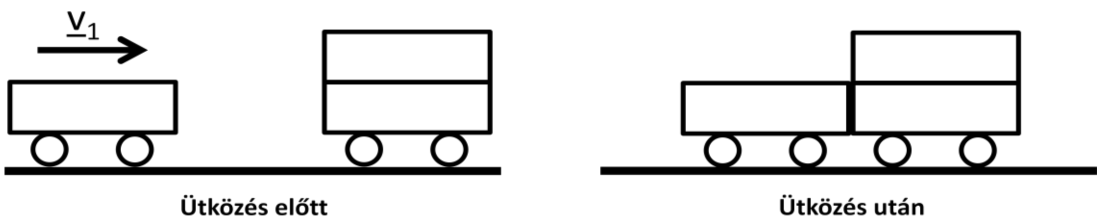
Írd le a megfigyelésedet!
....
Teljesül-e az impulzus megmaradás törvénye? Válaszodat indokold! ....
....
b) A sín két végéről indítsd el a két egyenlő tömegű kiskocsit egymással szemben, ugyanakkora sebességgel (27. ábra). Mi történik ütközéskor? ....



27. ábra: Ütközés 7.

Teljesül-e az impulzus megmaradás törvénye? Válaszodat indokold! ....
....

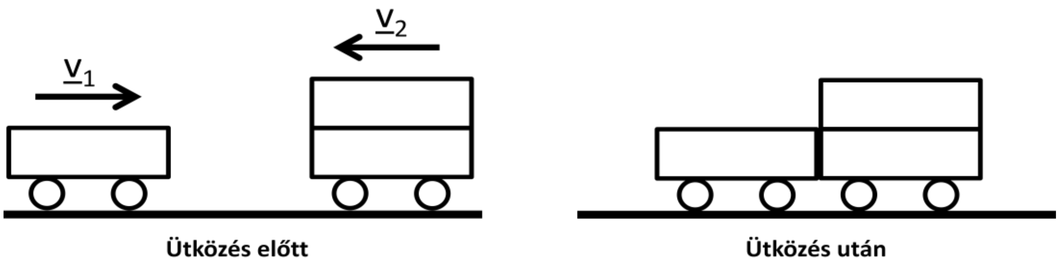
c) Ebben az esetben a bal oldali egyszeres tömegű kiskocsit ütköztesd a sín hosszának felénél álló kétszeres tömegű kocsihoz. Ütközés után a kocsik együtt mozognak tovább (28. ábra).



28. ábra: Ütközés 8.

Írd le a megfigyelésedet!

....
Teljesül-e az impulzus megmaradás törvénye? Válaszodat indokold! ....
....
d) A sín két végéről indítsd el a két kiskocsit egymással szemben, ugyanakkora sebességgel. Ebben az esetben a bal oldali egyszeres tömegű, a jobb oldali kétszeres tömegű legyen. Ütközés után a kocsik együtt mozognak tovább (29. ábra).



29. ábra: Ütközés 9.

Írd le a megfigyelésedet!
....
Teljesül-e az impulzus megmaradás törvénye? Válaszodat indokold! ....
....

10. A tömeg dinamikai mérése

Munkarend: 3 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Ha mérjük a testre ható erőt és a test gyorsulását, akkor hányadosuk megadja a test tehetetlen tömegét: $m_t=F/a$. Ez a dinamikai tömegmérés.

Feladat: Kétféle dinamikai tömegmérést fogunk elvégezni. Első mérésünkben a zárt rendszer impulzusának megmaradási elve alapján fogunk eljárni. Második esetben pedig az energia megmaradás törvénye alapján végezzük el a tömegmérést.

Szükséges eszközök: 3 azonos tömegű rugós kiskocsi és a hozzájuk tartozó sín, mérőszalag, 2 db stopper, ismeretlen tömegű nehezék, rugós erőmérő, szigetelő szalag.

1. mérés: A sín mindkét végére szerelj ütközőket. Mérd meg rugós erőmérővel a 3 rugós kiskocsi tömegét! $m_1=m_2=m_3=$ .... g.

a) Két kocsit helyezz el a sín közepén úgy, hogy a két kocsival a köztük lévő rugókat enyhén szorítsd össze. Elengedéskor a rugók szétlökik a kocsikat, felgyorsítva őket egy bizonyos sebességre, amivel egyenletesen mozognak tovább egészen az ütközőkig. Ha jobban összeszorítod a rugókat, akkor nagyobb lesz ez a sebesség, de akkor is egyszerre érik el a kocsik a 2 ütközőt, egyszerre hallod a 2 koppanást. Többször ismételd meg a kísérletet, és figyeld meg a mozgást.

b) Változtasd meg a tömegeket: az egyik kocsinak kétszerezd meg a tömegét. Többször elvégezve a kísérletet, találd meg azt a helyzetet, ahonnan most kell indítani a kocsikat, hogy megint egyszerre érjenek az ütközőkig.
Ha megfigyeled a kocsik mozgását, akkor megállapíthatod a sebességek arányát:
a kétszeres tömegű kocsi sebessége közelítőleg .... az egyszeres tömegű kocsi sebességének. Ebből az adódik, hogy ugyanannyi idő alatt a gyorsabb kocsi .... utat tesz meg, arányosan .... akkorát.

c) Most fogalmazd meg az eddigi tapasztalataidat: Két test kölcsönhatása közben bekövetkező sebességváltozások nagysága .... arányos a testek tömegével: $m_2 : m_1 = \Delta v_1 : \Delta v_2$.
Ha az egyik test tömegét pl. az m_1-et ismertnek tekintjük, és a másik test tömege ismeretlen, akkor az ismeretlen tömeg a sebességváltozások alapján kiszámolható:
$m_2=($.......... $/\Delta v_2)\cdot m_1$.
(A kocsi álló helyzetből indul, ezért: $\Delta v_1 = v_1$, és $\Delta v_2= v_2$.)

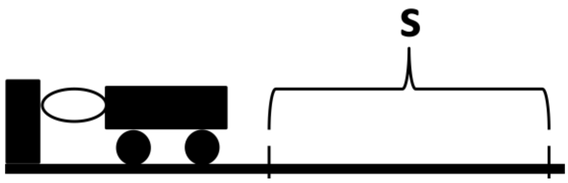
d) Végül valódi sebességméréssel határozd meg az ismeretlen tömeg nagyságát!

A méréshez összesen három főre van szükség, mert egyikük nyomja össze a rugós kiskocsikat és indítja a mozgást, a másik két fő pedig külön-külön stopperrel megméri a két kocsi mozgásának idejét.
Helyezd el a két azonos tömegű rugós kiskocsit a sín közepén. Egyikükre egy kevés szigetelőszalaggal ragaszd rá az ismeretlen tömegű testet. Először a rugókat ne nyomd össze, de pontosan érjenek egymáshoz. Egy-egy darab szigetelőszalagot ragassz a sínre, ahol a kocsik hátsó szélétől kb. 5 cm távolságra. Ettől a ponttól az ütközőig tart a kocsi útja, ezen a szakaszon a rugó már nem gyorsít, vagyis egyenletesen fog a kocsi mozogni. Mérd meg a mérőszalaggal a két megjelölt távolságot: s_1= .... cm, s_2= cm.
Többször is gyakoroljátok be a kísérletet, és ha sikerül a jó időzítés, csak akkor kezdjetek el mérni.
Három független mérést végezzetek, és mindegyik mérésnél számoljátok ki a nehezékkel terhelt kocsi tömegét. Vegyétek a tömeg átlagát. Ha valamelyik mérés nagyon kiugró eredményt ad, akkor újra el kell elvégezni.
A kocsik tömegét korábban már megmérted: m_{kocsi}=........... g. A sebességeket az út és a megtételéhez szükséges idő hányadosaként kapod meg: $v_{kocsi}=s_1/t_{kocsi}$ és $v_{nehéz}=s_2/t_{nehéz}$.
A nehezékkel terhelt kocsi tömegét az arányosságból kapod meg:
$m_{nehéz}=(v_{kocsi}/v_{nehéz})\cdot m_{kocsi}$.

	Kocsi menet-ideje: t_{kocsi} [s]	Kocsi sebessége: v_{kocsi} [cm/s]	Terhelt kocsi menet-ideje: $t_{nehéz}$ [s]	Terhelt kocsi sebessége: $v_{nehéz}$ [cm/s]	Terhelt kocsi tömege: $m_{nehéz}$ [g]	Terhelt kocsi átlagos tömege [g]
1. mérés						
2. mérés						
3. mérés						

Az ismeretlen tömeget úgy kapod meg, hogy a terhelt kocsi átlagos tömegének és a kiskocsi tömegének veszed a különbségét: m= .... g.

2. mérés: Mérjünk tömeget a mechanikai energia megmaradás törvénye alapján!
a) Előkészítés: Jelölj ki a sínen egy kb. 70 cm hosszúságú szakaszt a 30. ábra alapján. Mérd meg a pontos hosszát: s= .... cm = ...m.
A kiskocsi tömege: m=......... g = ... kg.
Helyezd el a rugós kiskocsit a sín egyik végére szerelt ütközőhöz úgy, hogy a rugó éppen érintse az ütközőt. A rugó adott mértékű összenyomásával, majd elengedésével felgyorsítjuk a kocsit egy bizonyos sebességre és mérni fogjuk a kijelölt útszakasz megtételéhez szükséges időt. Ezen a szakaszon a kocsi már nem



30. ábra: Dinamikai tömegmérés

gyorsul, hanem állandó sebességgel halad, ezért sebességét az út és az idő hányadosaként fogjuk kiszámolni. A súrlódástól és a közegellenállástól eltekinthetünk, ezért érvényes lesz a mechanikai energiamegmaradás törvénye.
A kocsi tömegének és sebességének ismeretében már ki tudjuk számolni a mozgási energiáját.
Ezt az energiát az összenyomott rugó helyzeti energiája adja, tehát arra kell nagyon figyelned a mérés során, hogy mindig pontosan ugyanolyan mértékben nyomd össze a rugót. A sínre ragasztott szigetelőszalag csíkkal jelöld meg, hogy mekkora legyen a rugó összenyomásának mértéke.

b) Kezdődjön a mérés: A kiskocsival nyomd össze a rugót a megjelölt szintig, engedd el, és mérd meg stopperrel, hogy mennyi idő alatt teszi meg a sínen bejelölt s távolságot. Háromszor mérd meg az időt (t_1, t_2, t_3), töltsd ki a táblázatot, majd vedd a mért idők átlagát: $t_{átlag}$.
Számold ki a kocsi sebességét, mozgási energiáját, és írd be a táblázatba!

	t_1 [s]	t_2 [s]	t_3 [s]	$t_{átlag}$ [s]	s [m]	$v=s/t_{átlag}$ [m/s]	$E_m = \frac{1}{2}mv^2$ [J]
1 kiskocsi							
2 kiskocsi							

c) Kétszerezd meg a kocsi tömegét. Ismételd meg a mérést, a rugót most is a bejelölt szintig nyomd össze! Írd be a táblázatba a mért értékeket és számold ki a mozgási energiát ebben az esetben is, de most 2-szeres tömeggel számolj!

d) Határozd meg a rugóban eltárolt helyzeti energiát: vedd a megmért mozgási energiák átlagát:
$E_{rugó} = (E_{m1} + E_{m2}) / 2 =$ ....

e) Rögzítsd a kiskocsira az ismeretlen tömegű testet! Ismételd meg újra a mérést, a rugót most is a bejelölt szintig nyomd össze! Írd be a táblázatba a mért időértékeket, vedd az átlagukat, és számold ki a kocsi sebességét!

	t_1 [s]	t_2 [s]	t_3 [s]	$t_{átlag}$ [s]	s [m]	$v=s/t_{átlag}$ [m/s]	$E_{rugó} = E_m$ [J]
Kiskocsi + test							

Pontosan annyi energiát tárol a rugó, mint az előző két esetben, amit kiszámoltál. Ez az energia alakult át mozgási energiává, tehát: $E_{rugó} = E_{m3} = \frac{1}{2}m_3v_3^2$, ahol m_3 a kocsi és az ismeretlen tömegű test össztömege, v_3 pedig a sebességük. A képletből m_3-at kifejezve

kapjuk, hogy $m_3 = 2E_{rugó} / v_3^2 =$ ....

Ebből: $m = m_3 - m_{kocsi} =$ ....

Hasonlítsd össze a most kapott tömeg értéket az 1. mérésben meghatározott tömeggel! Mekkora eltérés van a két tömeg között?.............. Ha 10%-nál kisebb az eltérés, akkor elég pontosan mértél.

3. Mérési hibák:

a) Az erőmérő leolvasásakor 0,05 N hiba léphet föl.

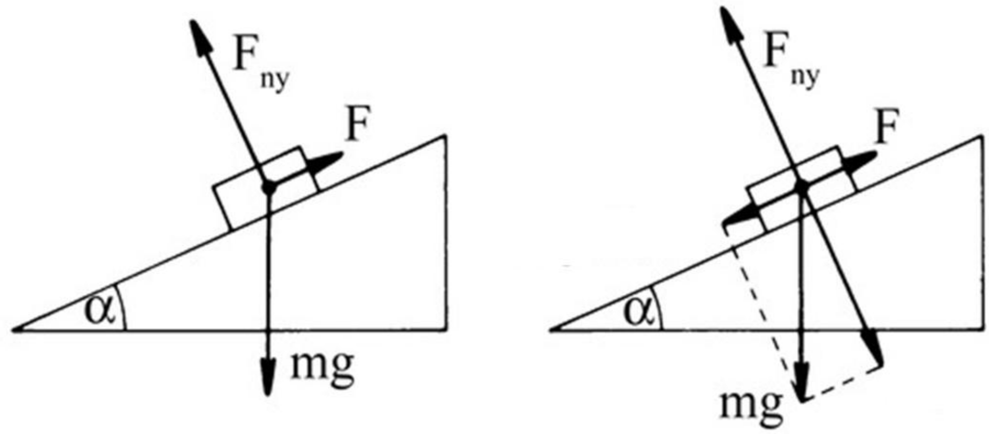
b) A mérőszalag leolvasásából 0,5 mm hiba adódik.

c) A stopperrel való időmérés hibája akár 0,1-0,3 s is lehet, attól függően, hogy mennyire koncentrál a mérést végző a pontos indításra és leállításra.

11. Lejtőre helyezett test egyensúlya

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

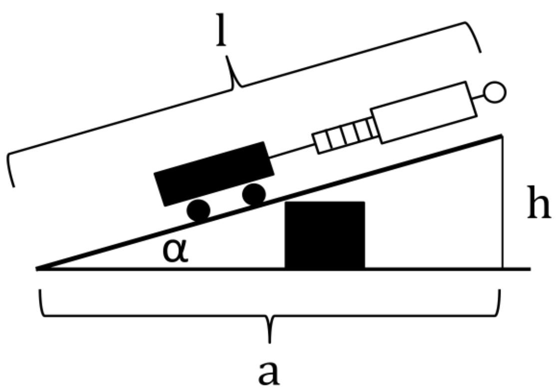
Bevezetés: Vajon milyen erőhatások érik a testet, ha egy lejtőre helyezzük? Mi lesz ezen erők eredője? Miért mondjuk, hogy a lejtővel erőt tudunk megspórolni?



31. ábra: Lejtőn lévő testre ható erők

A lejtőn lévő testre hat a gravitációs erő (G), a lejtő által kifejtett nyomóerő (F_{ny}), és az F kiegyensúlyozó erő (31. ábra). A test egyensúlyban van, így az eredőerő: F_e=0, ezt mutatja a jobb oldali ábra, ahol a gravitációs erőt felbontottuk lejtővel párhuzamos, és lejtőre merőleges összetevőkre. Az összetevő erővektorok derékszögű háromszöget alkotnak, melyben az egyik befogó F_{ny} nagyságú, a másik befogó F nagyságú és az átfogó maga a G. Tehát a három erő esetén fennáll a Pithagorasz-tétel: $F^2 + F_{ny}^2 = G^2$.

Feladat: Megmérjük, hogyan függ a testre ható kiegyensúlyozó F erő a lejtő magasságától.
Oldalnézetben a lejtő egy derékszögű háromszög, amit a következő adatokkal jellemzünk: l: a lejtő hossza, h: a lejtő magassága, α: lejtő hajlásszöge, a: a lejtő alapjának hossza (32. ábra).



32. ábra: Mérési beállítás lejtőhöz

Szükséges eszközök: kiskocsi, állítható magasságú lejtő, rugós erőmérő, méterrúd, fahasáb.

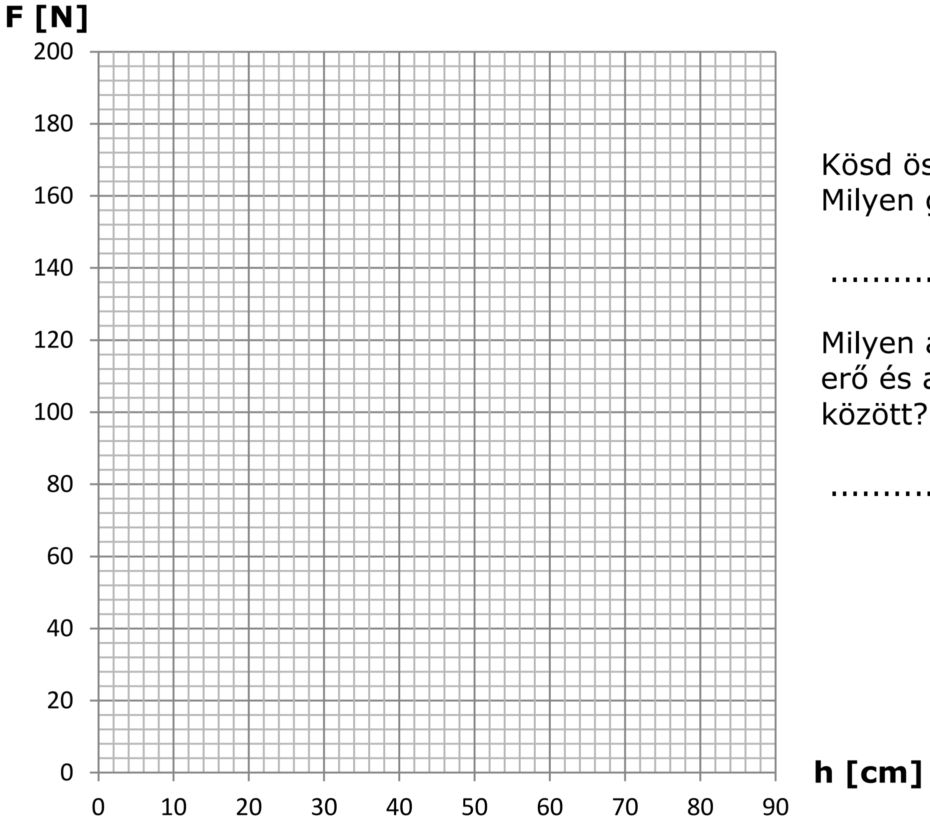
1. mérés:

Mérd meg a kocsi súlyát, ami egyenlő a rá ható gravitációs erővel: G= ....N.
Helyezd a kocsit az állítható magasságú lejtőre, első esetben a lejtő legyen vízszintes. Köss erőmérőt a kiskocsira. Ha lassan emeled a lejtőt egészen a függőlegesig, azt tapasztalod, hogy az erőmérő egyre nagyobb erőt jelez.
A vízszintes helyzetből kiindulva, 10 cm-enként növeld a lejtő magasságát! Ha beállítottad a magasságot, akkor a fahasábbal ezt rögzítsd. Mindegyik helyzetben két mennyiséget kell megmérned:
1. Mekkora értéket mutat a rugós erőmérő: F erő azonos nagyságú a gravitációs erőnek a lejtővel párhuzamos komponensével.
2. Mérd meg a méterrúddal a lejtőháromszög alapját (a).
Töltsd ki a táblázatot a mért értékekkel!

Lejtő magassága: h [cm]	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
F [N]						
Lejtő alapja: a [cm]						

Ábrázold diagramon a mért erőt a lejtő magasságának függvényében! A lejtő alapjának (a) mért értékeit a 2. feladatban fogjuk felhasználni.

Kiegyensúlyozó erő - lejtő magassága



Kösd össze a pontokat!
Milyen grafikont kaptál?

....

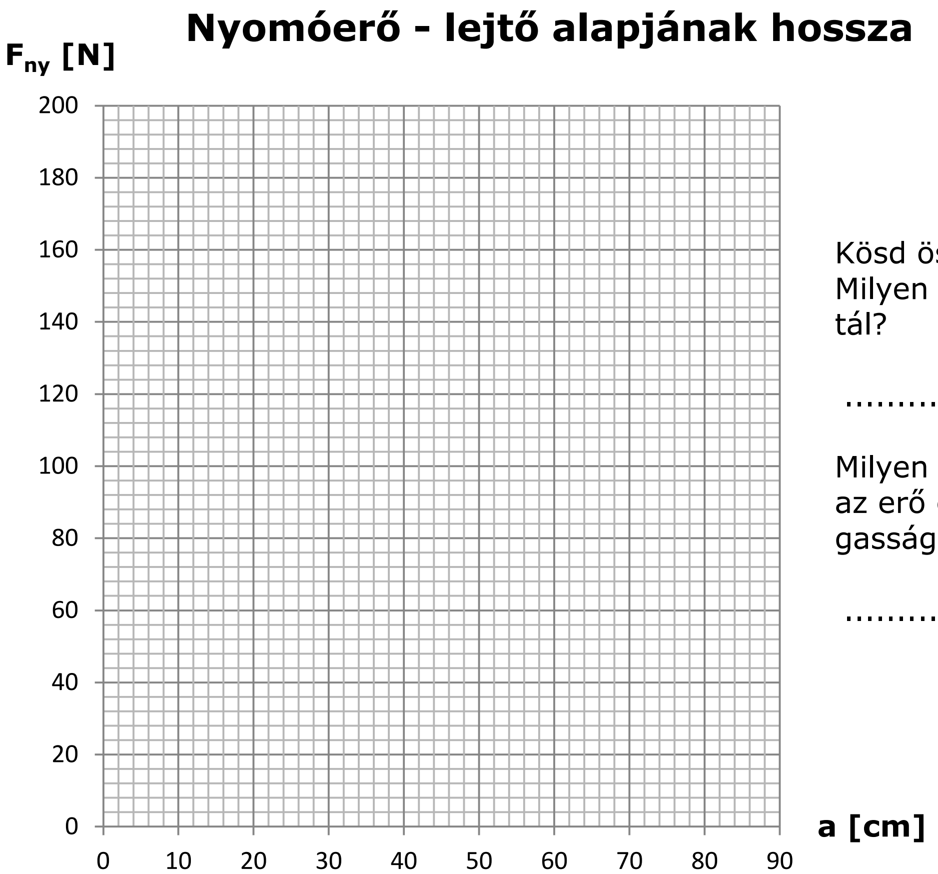
Milyen arányosság van az erő és a lejtő magassága között?

....

Az egyenes arányosság azt jelenti, hogy az összetartozó értékpárok hányadosa állandó, vagyis F/h=állandó= a grafikon meredekségével. Határozd meg a grafikon meredekségét! .... N/cm.
A függőleges helyzetben álló lejtőnél F=G és h=l. Ez azt jelenti, hogy F/h=G/l. Számold ki a hányadost, és vesd össze a mérésed eredményével! G/l= ....
Az F/h=G/l egyenletet átrendezve, megkapjuk a lejtővel párhuzamos, a testet egyensúlyban tartó erő kiszámítási szabályát: $F = G \cdot \frac{h}{l}$.
2. feladat: Számold ki, hogy a lejtő mekkora erővel nyomta a testet a különböző magasságoknál!
Az erők között fennáll a Pithagorasz-tétel: $F^2 + F_{ny}^2 = G^2$, ebből kell kiszámolnod a nyomóerő (F_{ny}) értékét. Először számold ki a G^2 értékét: G^2= .... N^2.
Az utolsó sorba másold át az első táblázatból a lejtő alapjának mért értékeit! Töltsd ki a táblázatot!

h [cm]	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm
F [N]						
F^2 [N^2]						
$F_{ny}^2 = G^2 - F^2$						
F_{ny} [N]						
a [cm]						

Ábrázold diagramon a nyomóerőt a lejtő alapjának függvényében!



Kösd össze a pontokat! Milyen grafikont kaptál?

....

Milyen arányosság van az erő és a lejtő magassága között?

....

A nyomóerő nagysága egyenesen arányos a lejtőháromszög alapjának hosszával. Vízszintes helyzetben a=l és F_{ny}=G. Tehát azt kapjuk, hogy F_{ny}/a = állandó = G/l.

Az F_{ny}/a=G/l egyenletet átrendezve megkapjuk a nyomóerő nagyságát: $F_{ny} = G\cdot \frac{h}{a}$.

Mérési hibák:
a) Az első hibát a távolságmérés okozhatja, ez a méterrúd legkisebb beosztásának a fele, vagyis 0,5 mm minden egyes szakasz kimérésekor.
b) A második hiba az erőmérő leolvasásakor léphet föl: ez kb. 0,05 N hibát jelent.

12. A csúszási súrlódási erő vizsgálata

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: A súrlódás fontos fizikai jelenség. Vizsgáljuk meg, hogy mitől függ a csúszási súrlódási erő nagysága!

Feladat: A csúszási súrlódás elemzése.

Szükséges eszközök: rugós erőmérő; állítható hajlásszögű lejtő; téglatest fából; olyan fahasáb, amelynek egyik oldalapja filccel, egy másik pedig dörzspapírral van bevonva; mérőszalag; műanyag tálca; 3 db azonos súlyú nehezék; méterrúd.

1. mérés: A csúszási súrlódási erő és a nyomóerő kapcsolata.

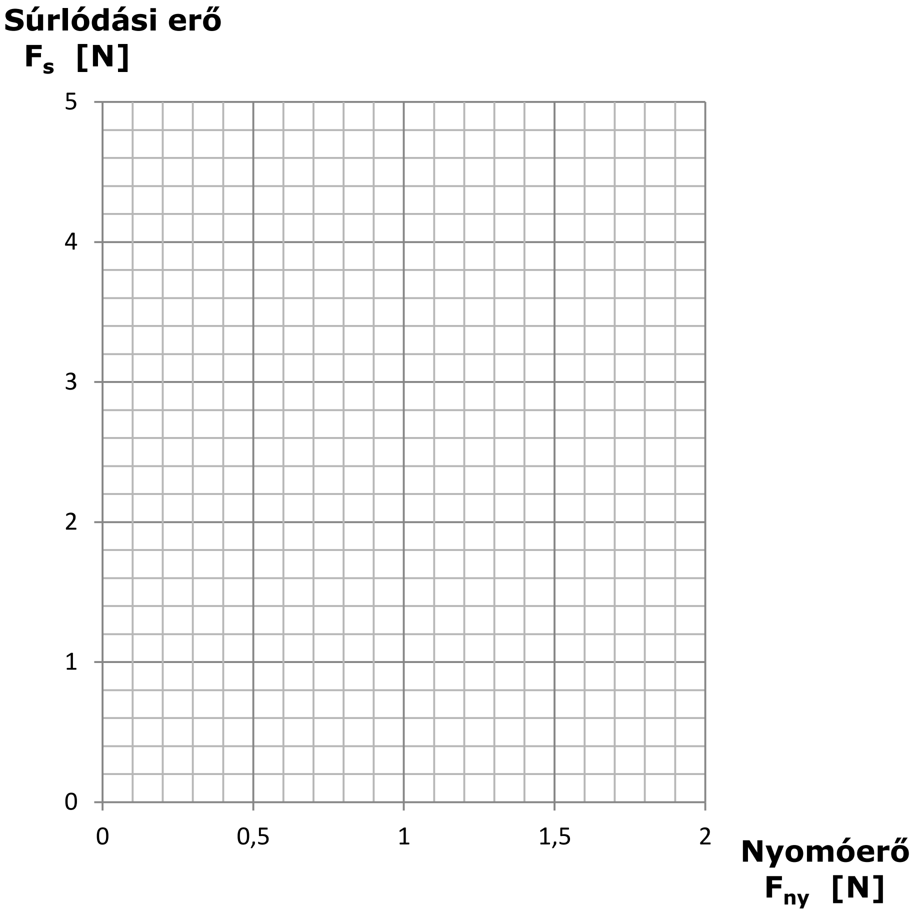
33. ábra: Csúszási súrlódás

Az asztalra helyezett könnyű műanyag tálcához csatlakoztasd a rugós erőmérőt, és helyezz a tálcára 1 db nehezéket. A 33. ábrán látható módon húzd az erőmérővel a tálcát egyenletesen, és olvasd le, hogy mit mutat az erőmérő. Mivel a mozgatást egyenletesen végeztük, ezért a tálcára ható húzóerő nagysága pontosan egyenlő a csúszási súrlódási erő (F_s) nagyságával, és azzal ellentétes irányú. Ismételd meg kétszer a mérést úgy, hogy 2 db, majd 3 db nehezéket helyezel a tálcára. Mindhárom esetben olvasd le, hogy mekkora erőt jelez az erőmérő és írd be a táblázatba az adatokat!
A nehezékek súlyát is mérd meg, ami egyenlő nyomóerővel (F_{ny}). Az erő mértékegysége a [N].

	Súrlódási erő: F_s [N]	Nyomóerő: F_{ny} [N]	F_s / F_{ny}
1 db nehezék			
2 db nehezék			
3 db nehezék			

A mért adatok alapján az alábbi diagramon ábrázold a nyomóerő és a súrlódási erő kapcsolatát!
Ha összekötöd a pontokat, akkor milyen arányosságot mutat a grafikon? ....

Nyomóerő - súrlódási erő diagram



Az egyenes arányosság azt jelenti, hogy az összetartozó értékpárok .... állandó.
Számold ki mindhárom esetben a mért erők hányadosát, és írd be az értékeket a fenti táblázatban az utolsó oszlopba! Ez a hányados az úgynevezett csúszási súrlódási együtt-ható, amit **μ**-vel jelölünk.
Tehát $\mu = F_s / F_{ny}$.
A csúszási súrlódási együttható mértékegység nélküli skalár fizikai mennyiség.

2. mérés: A csúszási súrlódási együttható meghatározása különböző minőségű érintkező felületek esetén.
Mérd meg a fahasáb súlyát, ez lesz a nyomóerő. A fahasábot rugós erőmérővel kell egyenletesen húznod az asztallapon, három különböző minőségű felületén: sima fa felü-letén, filccel bevont oldalán, és a dörzspapírral bevont oldalán. Mindhárom esetben mérd meg a súrlódási erőt!

	Súrlódási erő: F_s [N]	Nyomóerő: F_{ny} [N]	$\mu = F_s / F_{ny}$
Fa felületen			
Filcen			
Dörzspapíron			

Számold ki mindhárom esetben a csúszási súrlódási együttható értékét, a táblázat utolsó oszlopában! Hasonlítsd össze a három különböző csúszási súrlódási együttható értékét, és a felületek minősége szerint állítsd őket növekvő sorrendbe: ....

3. mérés: Hogyan függ a csúszási súrlódási erő az érintkező felületek nagyságától?
a) A téglatestnek három különböző területű, de ugyanolyan minőségű oldallapja van. Húzd az asztallapon a téglatestet mind a három lapján és mérd az erőket! Egyenletesen mozgasd, vagyis az erőmérő végig állandó erőt mutasson!

Legkisebb területű lapon húzva: F_{s1}= ....N,

A közepes területű lapon húzva: F_{s2}= ....N,

A legnagyobb területű lapon húzva: F_{s3}= ....N.

Mit tapasztalsz, ha összehasonlítod a három erőt? ....

b) Végezd el újra a mérést, de most helyezd rá a téglatestre a 3 darab nehezéket!

Legkisebb területű lapon húzva: F_{s1}= ....N,

A közepes területű lapon húzva: F_{s2}= ....N,

A legnagyobb területű lapon húzva: F_{s3}= ....N.

Mit tapasztalsz, ha összehasonlítod a három erőt? ....

c) Indokold meg ezt a jelenséget!

....

4. Mérési hibák:
a) A távolságmérés hibája a mérőszalag legkisebb beosztásának a fele, vagyis 0,5 mm minden egyes szakasz kimérésekor.
b) Az erőmérő leolvasásából származó hiba kb. 0,05 N.

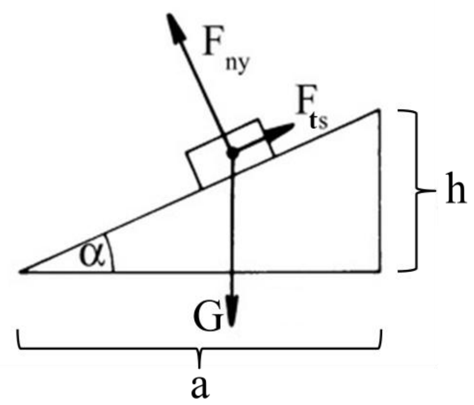
5. Feladatok:
a) Miért szórunk homokot a jeges járdára?
b) Miért kell olajozni a kerékpár csapágyait?
c) Írj néhány gyakorlati példát arra, amikor csökkenteni szeretnénk a súrlódást!
d) Vasúti kocsin vasból készült féktuskókat szorítanak a kerekekhez. Hogyan lehet növelni a fékezőerőt?
e) Esőben nagyobb az autók féktávolsága, mint száraz úton. Mi ennek az oka?
f) Miért csúszik a korcsolya sokkal jobban a jégen, mint a sítalp?

13. A tapadási súrlódás vizsgálata

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Szükséges eszközök: rugós erőmérő; állítható hajlásszögű lejtő; olyan fahasáb, amelynek egyik oldalapja filccel, egy másik pedig dörzspapírral van bevonva; mérőszalag; méterrúd; hosszú deszkalap; 2 db kisebb egyforma deszkalap; 2 db Bunsen-állvány.

Bevezetés:
A lejtőn levő testre ható tapadási súrlódási erő függ a lejtő magasságától: $\mathbf{F_{ts} = G \cdot \frac{h}{l}}$, ahol G a hasábra ható gravitációs erő, h a lejtő magassága, l pedig a lejtő hossza (34. ábra). A testre a lejtő által kifejtett kényszererő pedig egyenlő a test által a lejtőre kifejtett nyomóerővel, vagyis $\mathbf{F_{ny} = G \cdot \frac{a}{l}}$, ahol a a lejtő alapjának hossza.
A tapadási súrlódási erő nem lehet akármilyen nagy, mert a lejtő emelésekor a test egyszer csak megmozdul. Maximális értékét $\mathbf{F_{ts\,max}}$ jelöléssel használjuk.



34. ábra: Erők a lejtőn

A tapadási súrlódási együttható jele $\boldsymbol{\mu_0}$ és a következő módon kell meghatározni:
$\boldsymbol{\mu_0 = F_{ts\,max} / F_{ny}}$.

Feladat: A tapadási súrlódási erő mérése, és a tapadási súrlódási együttható meghatározása.

1. mérés: A lejtő hossza: .... cm. Mérd meg a hasáb súlyát, ami egyenlő a rá ható gravitációs erővel G= ....N.
Emeld fel a lejtőt tetszőleges magasságúra, és helyezd a hasábot a lejtőre a bevonatlan oldalával. A hasáb vagy nyugalomban marad, vagy elkezd csúszni. Csökkentsd vagy növeld a lejtő magasságát addig, míg az újra rátett hasáb még éppen nyugalomban marad! Többször kísérletezz, míg végül eltalálod a megfelelő helyzetet!
Stabilizáld a lejtőt ebben a helyzetben.
Mérd meg a lejtő magasságát, és a lejtő alapjának a hosszát.
A fenti képletekkel számold ki a maximális tapadási súrlódási erőt $\mathbf{F_{ts\,max}}$,
és a nyomóerő $\mathbf{F_{ny}}$ nagyságát is!
Végül számold ki $\boldsymbol{\mu_0}$ értékét!

	a lejtő magassága: h [cm]	$F_{ts\,max}$ [N]	a lejtő alapja: a [cm]	F_{ny} [N]	μ_0
1. mérés					
2. mérés					
3. mérés					

A mérést ismételd meg kétszer úgy, hogy a hasábot különböző helyekre teszed a lejtőn! A mérési eredményeket írd be a táblázatba, majd az adatok segítségével számítsd ki a tapadási súrlódási együtthatókat és átlagold a három mérési eredményt!
μ_0 átlagértéke: ....

2. mérés: Az előző méréssorozatot végezd el úgy a fahasábbal, hogy először a filccel bevont, majd a dörzspapírral bevont oldalával helyezd rá a lejtőre.

a) Filccel bevont oldallal:

	a lejtő magassága: h [cm]	F_{ts} [N]	a lejtő alapja: a [cm]	F_{ny} [N]	μ_0
1. mérés					
2. mérés					
3. mérés					

μ_0 átlagértéke: ....

b) Dörzspapírral bevont oldallal:

	a lejtő magassága: h [cm]	F_{ts} [N]	a lejtő alapja: a [cm]	F_{ny} [N]	μ_0
1. mérés					
2. mérés					
3. mérés					

μ_0 átlagértéke: ....
Hasonlítsd össze a három különböző tapadási súrlódási együttható értékét, és a felületek minősége szerint állítsd őket növekvő sorrendbe: ....

5. Mérési hibák: a) A távolságmérés hibája a mérőszalag legkisebb beosztásának a fele, vagyis 0,5 mm minden egyes szakasz kimérésekor.
b) Az erőmérő leolvasásából származó hiba kb. 0,05 N.

14. A rugóerő vizsgálata

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Rugalmas testek alakváltozásakor rugalmas erők lépnek föl. Ezeket az erőket a legegyszerűbb esetben csavarrugók segítségével tudjuk megvizsgálni. A függőleges rugó megnyúlását fogjuk mérni, a rugó végére akasztott nehezékek segítségével.

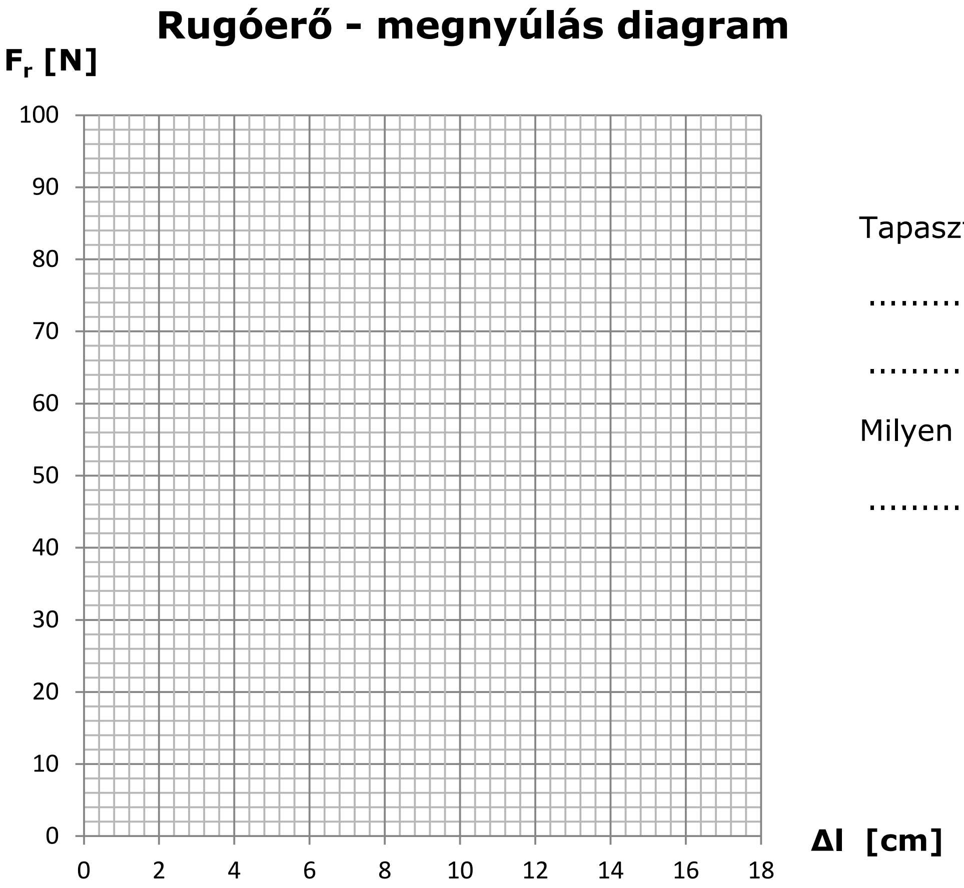
Feladat: Először méréssel leellenőrizzük a rugó erőtörvényét. Ezután két különböző módon összekapcsoljuk a rugókat, és ezt az összetett rendszert is megvizsgáljuk.

Szükséges eszközök: Bunsen-állvány, 2 azonos hosszúságú, és közelítőleg azonos erősségű rugó, rugós erőmérő, méterrúd, 8 db 50 g tömegű nehezék.

1. mérés: A rugóerő és a megnyúlás kapcsolatát fogjuk meghatározni. Akaszd fel az állványra az egyik rugót és rögzítsd a méterrudat is az állványhoz, függőleges helyzetben.
Először olvasd le a rugó nyújtatlan hosszát a méterrúdról: l_0= .... cm= .... m.
Ehhez az alaphosszhoz kell a megnyúlást viszonyítanod.
Mérd meg egy darab nehezék súlyát! Egyensúly esetén a rugóerő egyenlő a nehezék súlyával.
Sorban egymást követően akassz a rugóra 1, 2, 3, 4 darab nehezéket, mindegyik esetben olvasd le a rugó megnyúlását, a rugóerőt, és írd be a táblázatba az értékeket!

Nehezékek száma:	1 db	2 db	3 db	4 db
Rugó hossza: l [cm]-ben				
Rugó hossza: l [m]-ben				
Megnyúlás: Δl [m]-ben				
Rugóerő: Fr [N]				

Ábrázold a rugóerőt a megnyúlás függvényében, a megnyúlást: Δl-t [cm]-ben mérve!
Kösd össze a pontokat és hosszabbítsd meg az origóig.



Tapasztalat:

....

....

Milyen fajta arányosság?

....

Egészítsd ki a mondatokat!
A rugóerő egyenesen arányos a rugó .... A két mennyiség hányadosa, $F_r/\Delta l$ .... Ezt az adott rugóra jellemző állandót rugóállandónak, más néven direkciós erőnek nevezzük és D-vel jelöljük. Tehát $D = F_r/\Delta l$, mértékegysége [N/m], számértéke egyenlő a grafikon meredekségével.
Határozd meg a grafikon meredekségét, vagyis a rugóállandó értékét először [N/cm]-ben, majd ezt váltsd át [N/m]-re! D = ...N/cm=................. N/m.
A rugóállandó számértéke azt mutatja meg, hogy 1 cm-es megnyújtáskor mekkora erőt fejt ki a rugó. A most vizsgált rugó 1 cm-es megnyújtásakor .... N a rugóerő nagysága.
A rugó erőtörvényét Hooke[3]-törvénynek nevezzük, és a következő alakban adjuk meg: $F_r = D\Delta l$.

2. mérés: Határozd meg a másik rugó rugóállandóját is! Cseréld ki a két rugót az állványon, és az előző méréshez hasonlóan dolgozz. Ennél a rugónál 2, ill. 3 db nehezékkel végezd el a mérést.

[3] Hooke (1635-1703) angol fizikus fedezte fel a róla elnevezett lineáris erőtörvényt.

	Rugó hossza: l [cm]-ben	Rugó hossza: l [m]-ben	Megnyúlás: Δl [m]-ben	Rugó-erő: Fr [N]	Rugóállandó: D [N/m]
2 db nehezék					
3 db nehezék					

Vedd az utolsó oszlopban kiszámolt értékek átlagát! ....
Mekkora eltérés adódott a D értékeiben a két rugónál? ....

3. mérés: A két rugót először sorban kell összekapcsolnod, vagyis kétszeres hosszúságú rugót kapsz, majd párhuzamosan kell egymás mellé a rúdra akasztanod! Párhuzamos esetben a nehezéket mindkét rugó végére kell ráakasztani. A függőleges méterrúdról kell leolvasnod a rugók megnyúlását egyre több nehezék ráakasztása mellett.

A rugók nyújtatlan hosszához kell a megnyúlást viszonyítanod.

A kapott nehezékekkel mérd meg a megnyúlást az egyes esetekben és határozd meg az összekapcsolt rugók rugóállandóját!

a) Sorban kapcsolt rugók esetén elegendő 2 db nehezékig terhelni a rendszert:

	Rugó hossza: l [cm]-ben	Rugó hossza: l [m]-ben	Megnyúlás: Δl [m]-ben	Rugó-erő: Fr [N]	Rugóállandó: D_{soros} [N/m]
1 db nehezék					
2 db nehezék					

Számold ki az utolsó oszlopban lévő rugóállandók átlagát!......................................
Milyen kapcsolat van a két rugóból álló rendszer rugóállandója és az eredeti rugóállandók között?
....

b) Párhuzamosan kapcsolt rugók esetén párosával növeld a terhelést: 8 db nehezékig terheld a rendszert:

	Rugó hossza: l [cm]-ben	Rugó hossza: l [m]-ben	Megnyúlás: Δl [m]-ben	Rugóerő: Fr [N]	Rugóállandó: $D_{párh}$ [N/m]
2 db nehezék					

4 db nehezék					
6 db nehezék					
8 db nehezék					

Számold ki az utolsó oszlopban lévő rugóállandók átlagát! ....
Milyen kapcsolat van a két rugóból álló rendszer rugóállandója és az eredeti rugóállandók között?

....
Tehát sorban kapcsolt rugók esetén a rugóállandó a .... csökkent, párhuzamosan kapcsolt rugók esetén pedig a .... nőtt.
Tapasztalat: annál nehezebb az expandert széthúzni, minél ....rugó van benne.

5. Mérési hibák:
a) A méterrúd leolvasásakor 0,5 mm hiba lehetséges.
b) Az erőmérő leolvasási hibája 0,05 N.

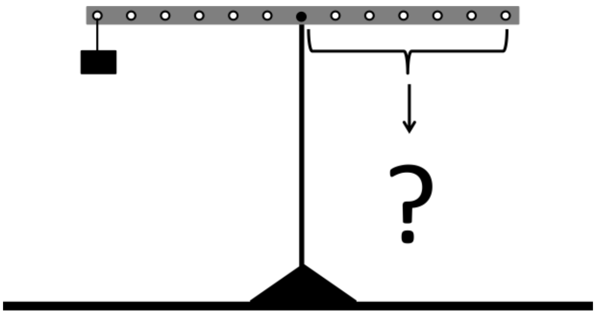
15. A kétkarú emelő egyensúlya

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Szükséges eszközök: Kétkarú emelő, súlykészlet, mérőszalag.

Feladat: A kétkarú emelő egyensúlyának feltételét fogjuk meghatározni. Egy megadott alaphelyzetből kiindulva azt kell elérned, hogy az emelő ki legyen egyensúlyozva. Ne a legegyszerűbb, szimmetrikus megoldást válaszd, hanem keress más lehetőségeket.

1. mérés: Az emelő bal oldalán a forgástengelytől számított 6. lyukba akassz egy darab 50 g tömegű nehezéket (35. ábra). Egyensúlyozd ki az emelőt a másik oldalra akasztott nehezékekkel a táblázatban megadott értékeket felhasználva! Ennél a feladatnál az összes megadott nehezéket ugyanarra a helyre akaszd föl, egymás alá láncba fűzve őket. Töltsd ki az alábbi táblázat 2. oszlopát a mérés alapján!



35. ábra: Kétkarú emelő

A nehezékek száma	Hányadik lyukba akasztottad?	Szorzat	A nehezékek súlya: F [N]	Erőkar: k [cm]	Forgatónyomaték: M [N·cm]
1*					
2					
3					
6					

A 3. oszlopban számold ki a nehezékek számának és a lyukak sorszámának a szorzatát!
Mit lehet erről a szorzatról megállapítani? ....
Egy nehezék súlya 0,5 N. A 4. oszlopban számold ki a nehezékek súlyát! Az 5. oszlopban az erőkart számold ki: két felfüggesztési pont között 3 cm távolság van! Az utolsó oszlopban számold ki a nehezékek forgatónyomatékát. A forgatónyomaték jele **M**, az erő jele **F** és az erőkar jele **k**. Az összefüggés: $\mathbf{M = F \cdot k}$. A forgatónyomaték mértékegysége az SI szerint [N·m], de most a forgatónyomatékot [N·cm]-ben kapjuk meg.

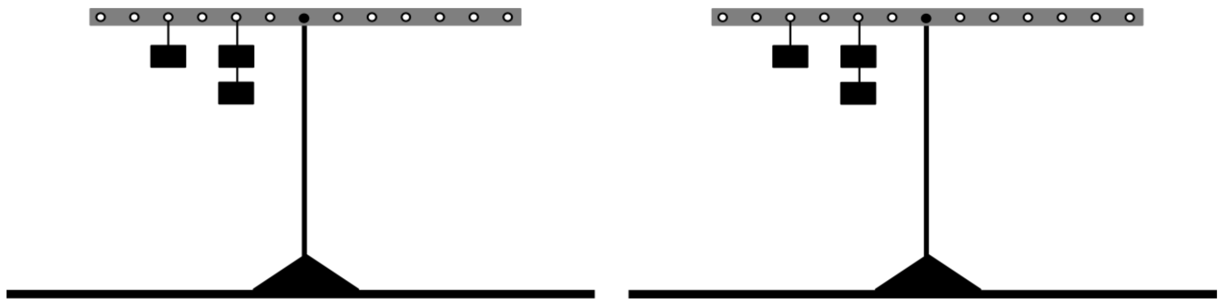
A kétkarú emelő bal oldalán lévő nehezék forgatónyomatéka .... N·cm, a jobb

* Ebben az esetben csak a szimmetrikus megoldás lehetséges.

oldalára akasztott nehezékek forgatónyomatéka mind a négy esetben .... N·cm. Tehát a kétkarú emelő akkor van kiegyensúlyozva, ha mindkét oldalán

..................................a forgatónyomaték.

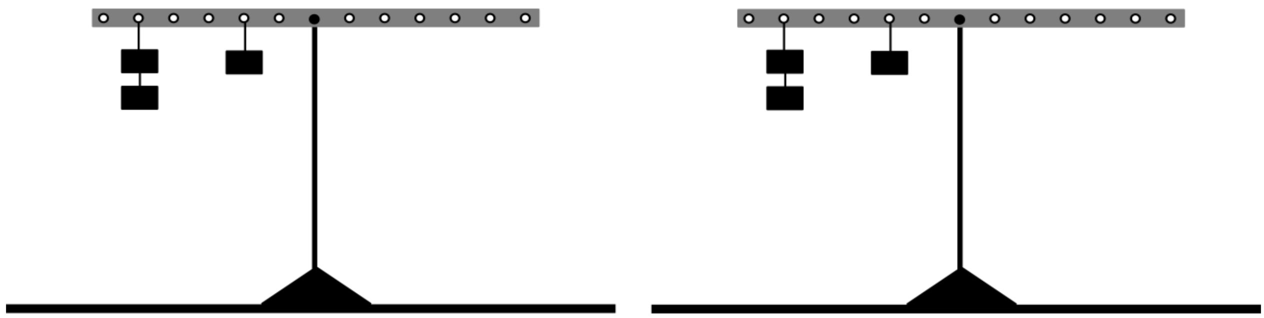
2. mérés: Egyensúlyozd ki a kétkarú emelő jobb oldalát a 36. és 37. ábrákon látható esetekben! A nehezékek forgatónyomatéka összeadódik. Rajzolj le néhány lehetséges egyensúlyi helyzetet, és a rajzok alatt számold ki a bal- és a jobboldali karra ható összes forgatónyomatékot!



36. ábra: Egyensúly 1.

Bal oldal: ....   Bal oldal: ....

Jobb oldal: ....   Jobb oldal: ....

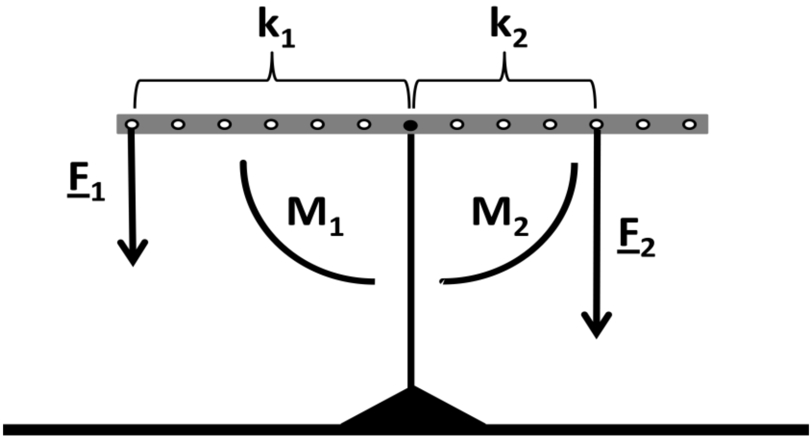


37. ábra: Egyensúly 2.

Bal oldal: ....   Bal oldal: ....

Jobb oldal: ....   Jobb oldal: ....

3. feladat: Vizsgáld meg a 38. ábrát! Az ívekkel jelölt forgatónyomatékok azt mutatják, hogy az erők milyen forgásirányú forgató hatást fejtenek ki az emelő karjára a forgáspont körül. Rajzold be nyíllal az ívek végére a forgatási irányokat és vond le a következtetéseket!



38. ábra: Kétkarú emelő egyensúlya

Az ábra egy .... emelőt ábrázol, ... helyzetben. **k**-val az .... jelöltük, **F** pedig az .... jelöli. Az ívekkel ábrázolt forgatónyomatékok .... nagyságúak, de .... irányúak, ezért kiegyensúlyozzák egymás .... Az emelő egyensúlyának feltétele, hogy $\mathbf{\Sigma M_1 = \Sigma M_2}$, vagyis $\mathbf{F_1 \cdot k_1 =}$ .... legyen.

4. Mérési hibák: Az erőkar mérésekor a mérőszalag leolvasási hibája 0,5 mm.

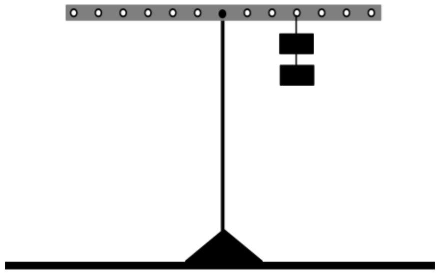
16. Az egykarú emelő, és csigasorok egyensúlya

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Szükséges eszközök: kétkarú emelő, súlykészlet, rugós erőmérő, mérőszalag, 1 db állócsiga, 3 db mozgócsiga, 2 db 3 csigából álló csigasor, madzag.

I. Egykarú emelő egyensúlya:

1. mérés: A kétkarú emelőnek csak az egyik oldalát használjuk. Üresen az emelő két karja kiegyensúlyozza egymást, ezért csak a ráakasztott nehezékek forgató hatását kell majd egy erőmérővel kiegyensúlyozni. A 39. ábrán látható módon helyezd el a két nehezéket! Az erőmérőt akaszd be sorban a jobboldali lyukakba és fejts ki függőleges hatásvonalú emelőerőt, hogy kiegyensúlyozd az emelőt!
Rögzítsd a leolvasott erő nagyságát a táblázatba!
Mérd meg az erőkhöz tartozó erőkarok nagyságát is!
Az utolsó sorban számold ki a forgatónyomatékot mindegyik esetben, az $M = F \cdot k$ képlettel számolj.

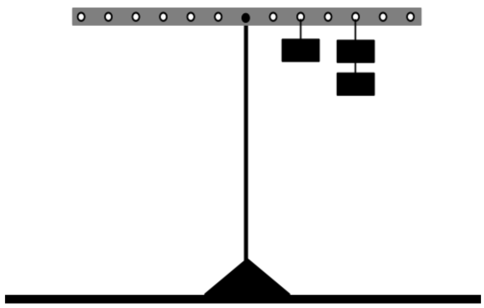


39. ábra: Emelő 1.

Az erőmérő támadáspontja:	1. lyuk	2. lyuk	3. lyuk	4. lyuk	5. lyuk	6. lyuk
Mért erő: F [N]						
Erőkar: k [cm]						
Forgatónyomaték: M [Ncm]						

Számold ki a nehezékek forgatónyomatékát! Mérd meg a nehezékek súlyát, és a tengelytől vett távolságukat: G = ... N, k_{neh}= .... cm.
$M_{neh} = G \cdot k_{neh} =$ ....
Tapasztalatok: a) A nehezékek ....forgatónyomatékot fejtenek ki, mint a kiegyensúlyozó erő.
b) Minél nagyobb a kiegyensúlyozó erő karja, annál .... erőre van szükség.

2. mérés: Az 40. ábrán látható módon helyezd el a nehezékeket. Ezek forgatónyomatéka összeadódik. Az erőmérőt akaszd be sorban a lyukakba ugyanezen a karon és fejts ki függőleges hatásvonalú emelőerőt, hogy kiegyensúlyozd az emelőt!



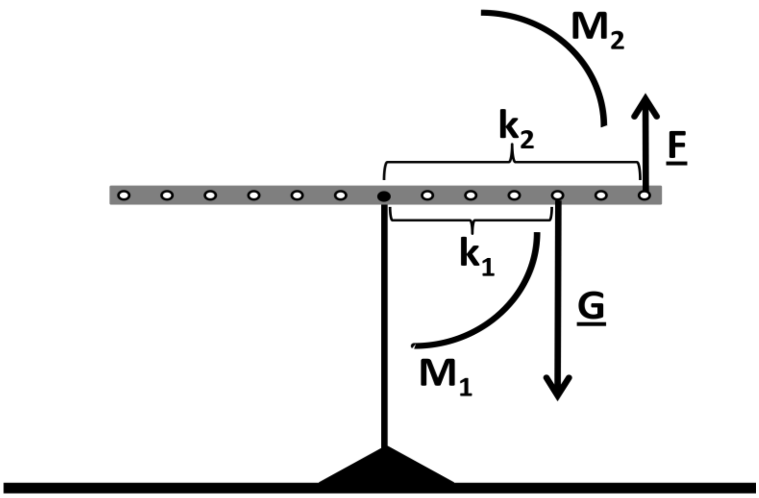
40. ábra: Emelő 2.

Töltsd ki a táblázatot!

Az erőmérő támadáspontja:	1. lyuk	2. lyuk	3. lyuk	4. lyuk	5. lyuk	6. lyuk
Mért erő: F [N]						
Erőkar: k [cm]						
Forgatónyomaték: M [Ncm]						

Számold ki a nehezékek forgatónyomatékát!
G_1 = ...N, k_{1neh}= ....cm és G_2 = ... N, k_{2neh}= ....cm.
A nehezékek összes forgatónyomatéka: $M_{neh} = G_1 \cdot k_{1neh} + G_2 \cdot k_{2neh}$ = ...
....
Tapasztalat: A nehezékek ....forgatónyomatékot fejtenek ki, mint a kiegyensúlyozó erő.

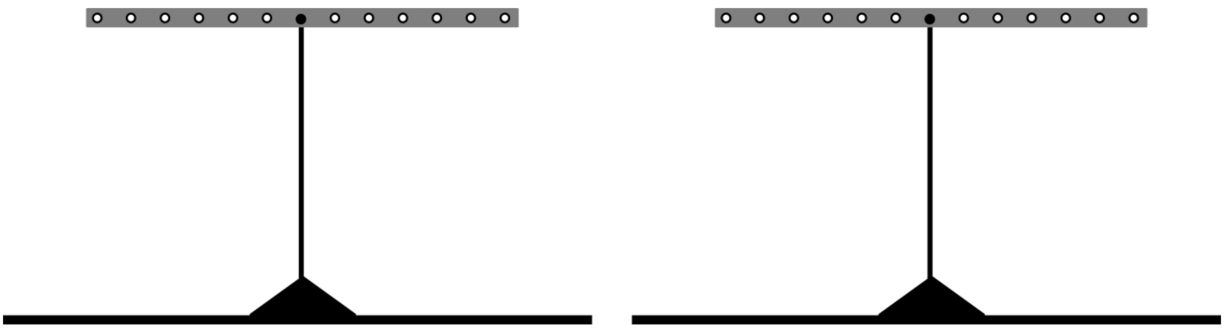
3. feladat: Vizsgáld meg az 41. ábrát! Az ívekkel jelölt forgatónyomatékok azt mutatják, hogy az erők milyen forgásirányú forgató hatást fejtenek ki az emelő karjára a tengely körül. Rajzold be nyíllal az ívek végére a forgatási irányokat és vond le a következtetéseket!



41. ábra: Egykarú emelő egyensúlya

A 41. ábra egy .... emelőt ábrázol, ... helyzetben. **k**-val az .... jelöltük, **G** a .... súlyát, **F** pedig a .... jelöli.
Az ívekkel ábrázolt forgatónyomatékok .... nagyságúak, de .... irányúak, ezért kiegyensúlyozzák egymás.. .
Az emelő egyensúlyának feltétele, hogy $\Sigma M_1 = \Sigma M_2$, vagyis $G \cdot k_1$ = ... legyen.

4. mérés: Hozz létre önállóan két különböző egyensúlyi helyzetet úgy, hogy csak az emelő egyik karját használod! Rajzold le a saját megoldásaidat (42. ábra)! Számold ki a nehezékek, és az erőmérővel kifejtett erő összes forgatónyomatékát! Ellenőrizd, hogy teljesül-e az egyensúly feltétele!



42. ábra: Emelő 3.

Forgatónyomatékok:

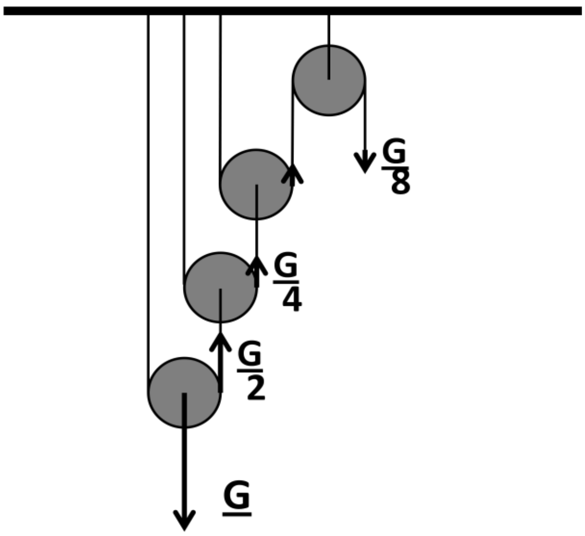
Nehezékek: .... Nehezékek: ....

F erő: .... F erő: ....

Az egyensúly feltétele: .... Az egyensúly feltétele: ....

II. Csigasorok egyensúlya:

5. mérés: Kétféle csigasort fogunk megvizsgálni: az Arkhimédészi és a közönséges csigasort.



43. ábra: Arkhimédészi csigasor

44. ábra: Közönséges csigasor

Állítsd össze a 43. ábrán látható Arkhimédészi csigasort, akassz egy 800 g tömegű nehezéket a legalsó mozgócsigára, és mérd meg, hogy mekkora erő biztosítja az egyensúlyt!
F= .... N.
Teljesül-e, hogy minden mozgócsiga megfelezi a tengelyére akasztott teher súlyát?
....

Technikai okok miatt a mozgócsigát az állócsiga tengelyéhez rögzítik. Így épül fel a közönséges csigasor, ahol a csigák tengelyeit egy közös merev tartóval kapcsolják össze.
A 44. ábra alapján állítsd össze a 3 álló és 3 mozgó csigából álló közönséges csigasort! A 800 g tömegű nehezék ráakasztása után mérd meg a kiegyensúlyozó erő nagyságát!
F= .... N.
Mit tapasztalsz? ....

Mérési hibák:
a) Az erőmérő leolvasásából származó hiba súlyerő esetén 0,05 N.
b) Az erőkarok mérésekor a mérőszalag leolvasásából 0,5 mm hiba adódik.

17. A mechanikai energia megmaradásának törvénye

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: A mechanikai energia a test munkavégző képessége. A mechanikai munka az erő úttal párhuzamos komponensének és a megtett útnak a szorzata: $W=F_{párh}\cdot s$, mértékegysége: [J].
Mechanikai energiafajták például: 1) A mozgási energia: $E_m=\frac{1}{2}mv^2$, ahol m a test tömege, és v a pillanatnyi sebessége.
2) A rugóban tárolt energia: $E_r=\frac{1}{2}D(\Delta l)^2$, ahol D [N/m] a rugóállandó, Δl a rugó megnyúlása [m]-ben mérve.
3) Egy test helyzeti energiája egyenlő az emeléséhez befektetett munkával, vagyis $E_h=mgh$, ahol m a kocsi tömege [kg]-ban mérve, $g=9{,}81\ m/s^2$ a gravitációs gyorsulás és h [m]-ben a test helyzetének null szinthez mért magassága.
A mechanikai energia mértékegysége: [J].

Feladat: Ha zárt rendszert alkotó testek között nincsen sem súrlódás, sem közegellenállás, akkor mechanikai energiájuk összege állandó. Ezt a törvényt a mechanikai energiamegmaradás törvényének nevezzük. Ezt fogjuk mérésekkel vizsgálni.

Szükséges eszközök: kiskocsi, két különböző hosszúságú lejtő, rugós erőmérő, mérőszalag, mérőrúd, stopper, rugó, fahasáb, szigetelőszalag, Bunsen-állvány, 200 g tömegű nehezék.

1. mérés: Az első mérésben egy könnyen gördülő kiskocsit használunk, melynek különböző fajta mechanikai energiáit fogjuk mérések alapján kiszámolni. Elhanyagoljuk a súrlódást, és a közegellenállást, így nagyon jó közelítéssel nincs energiaveszteség.

a) Számold ki az asztal szintje fölé h=40 cm magasságba felemelt kocsi helyzeti energiáját!
Először a rugós erőmérővel mérd meg a kocsi tömegét: m= ....g = ... kg.
E_h= mgh= .... = ...J.

b) A 60 cm hosszúságú lejtőt állítsd be 40 cm magasságúra. Kapcsolj rugós erőmérőt a kocsira és helyezd rá a kocsit a lejtő aljára. A lejtővel párhuzamos hatásvonalú erővel húzd fel a kocsit a lejtőn egyenletesen úgy, hogy közben az erőmérő állandó erőt mutasson. Olvasd le ezt az erőt: F= .... N.
Számold ki, hogy a lejtő aljától a tetejéig mozgatva a kocsit összesen mennyi munkát fektettél be: W=F·s= .... = ...J.
Hasonlítsd össze az a) feladatban kapott helyzeti energiával! Mit tapasztalsz?

....

c) Most az 1 m hosszú lejtőt állítsd be 40 cm magasságúra és ismételd meg a b) mérést! Számold ki ebben az esetben is a végzett munkát: F= .... N, és W=... = ... J.

Mi következik az eddigiekből?

....

d) Ebben a mérésben a kocsi mozgási energiáját fogjuk meghatározni: $E_m=\frac{1}{2}mv^2$.
A kocsit a lejtő tetejéről (40 cm-es magasságból) indítva megmérjük, hogy mekkora sebességgel éri el a lejtő alját.
A lejtőn a kocsi egyenletesen gyorsul a lejtő aljáig, az asztallapra érve már egyenletes mozgással folytatja tovább az útját. Itt mérjük meg a sebességét úgy, hogy a lejtő aljától kimérünk egy kb. 70 cm-es távolságot, és stopperrel mérjük a megtételéhez szükséges időt.
Az idő mérését még kétszer ismételd meg, és vedd a mért idők átlagát. Töltsd ki a táblázatot, számold ki a kocsi sebességét, és mozgási energiáját.

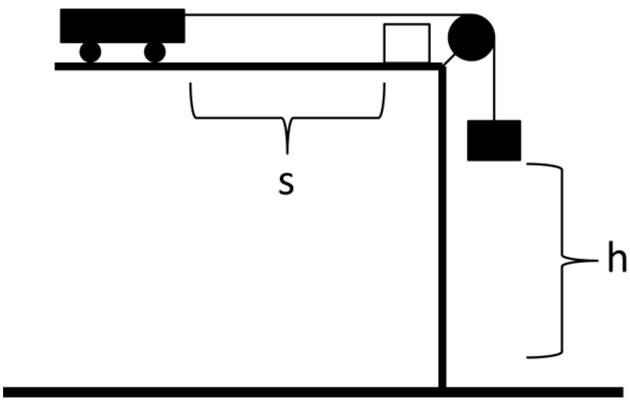
Mért idő: t [s]	Időátlag: $t_{átlag}$ [s]	Megtett út: s [m]	Lejtő alján elért sebesség: v [m/s]	Kocsi tömege: m [kg]	Kocsi mozgási energiája: E_m [J]

Hasonlítsd össze az előző mérésekben meghatározott munkával. Mit tapasztalsz?

....
Fogalmazd meg a következtetéseket!

....

2. mérés: A 45. ábra szerinti elrendezésben meghatározzuk, hogy mekkora sebességre gyorsultak fel a testek akkor, amikor a nehezék még éppen nem éri el a talajt, de a kocsit már megállítja az ütköző. A sebességből ki tudjuk számolni a kocsi és a nehezék mozgási energiáját az ütközés pillanatában.
A kocsi által megtett út (s) pontosan egyenlő azzal a szintkülönbséggel (h),



45. ábra: Elrendezés energiamérés-hez

amennyit a nehezék függőlegesen ereszkedett, ebből ki tudjuk számolni a nehezék helyzeti energiájának megváltozását.
Mérni fogjuk az asztalon mozgó kocsi által megtett utat, és az ennek megtételéhez szükséges időt.
Úgy állítsd össze a szerkezetet, hogy a nehezék talajtól vett magassága kicsit nagyobb legyen, mint az asztalon mozgó kocsi ütközőig megtett útja! Ekkor a nehezék addig gyorsítja a kocsit, amíg a kocsi el nem éri az ütközőt.
Mérd meg a tömegeket! m_{kocsi} = ... g = ... kg, m_{neh} = ... g =........... kg.
Mérd meg a beállított távolságot: s=........... cm = ... m.
Most következik az idő mérése: legalább három mérést végezz!
Írd be a táblázatba a mért idő adatokat. Számold ki az átlagukat!

A végsebességet a négyzetes úttörvény megfelelő alakjából kapjuk: $s=(a/2)t^2$, mert a testek kezdősebessége nulla volt. Ebből a gyorsulást kifejezve: $a=2s/t^2$. Ennél a mozgásnál a v végsebesség egyenlő a sebességváltozással, ezért a v=at képlettel számolunk. Számold ki a táblázatban szereplő további mennyiségeket!

Mért idő: t [s]	Időátlag: $t_{átlag}$ [s]	$(t_{átlag})^2$ [s^2]	Gyorsulás: a [m/s^2]	Végsebesség: v [m/s]

A kocsi mozgási energiája: $E_{m1} = \frac{1}{2}m_{kocsi}v^2$= .... = ... J,
a nehezék mozgási energiája: $E_{m2} = \frac{1}{2}m_{neh}v^2$ = ... =............... J.
Számold ki a nehezék helyzeti energiájának megváltozását:
$E_h = m_{neh}gh$ = ... = ... J.

Következtetés:
A mozgási energiák összege ....a nehezék helyzeti energiájának ....
Tehát $\frac{1}{2}m_{kocsi}v^2 + \frac{1}{2}m_{neh}v^2 = m_{neh}gh$.

4. Mérési hibák:
a) A krétajel vastagsága akár 1-3 mm-es leolvasási hibát jelenthet.
b) A méterrúd és a mérőszalag skálázása is 0,5 mm-es mérési hibát okoz.
c) A reakcióidő okozhat 0,1s -0,3s eltérést attól függően, hogy mennyire koncentrál a mérést végző a stopper pontos kezelésére.

18. A hidrosztatikai nyomás

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Egy medencében a víz nyomását a víz súlya okozza. Ez a nyomás hat a medence oldalfalára és az aljára is. Neve hidrosztatikai nyomás. A hidrosztatikai nyomás jele p_h, mértékegysége [Pa].
A folyadékok összenyomhatatlanok. Pascal[4] törvénye kimondja, hogy a nyomás a folyadékokban gyengítetlenül terjed és azonos szinten minden irányban ugyanakkora.

Feladat: Megvizsgáljuk a folyadékok hidrosztatikai nyomását.

Szükséges eszközök: tálca, 1 literes üvegedény, mindkét végén nyitott műanyag henger, kör alakú gumilemez darab, gumigyűrű, 0,5 literes kifúrt üres műanyag flakon, kifúrt oldalú magas konzervdoboz, szigetelőszalag, közlekedőedény, kb. 1 dl ételfestékkel megfestett víz, vékony fémlemez, szivacskendő.

1. kísérlet: Tölts fel vízzel a 0,5 literes több helyen kifúrt üres műanyag flakont, csavard rá a kupakot és a mosdó fölött nyomd össze oldalról. Rajzold le, és indokold a jelenséget!

Tapasztalat:..

Indoklás:
Pascal-törvénye kimondja, hogy a nyomás a folyadékokban ....
irányban .... mértékben terjed.

2. kísérlet: Töltsd föl az 1 literes üvegedényt vízzel kb. ¾-ed részéig! A mindkét végén nyitott üveghenger egyik végére rögzítsd a kör alakúra vágott gumilemez darabot a 46. ábrán látható módon!

[4] Pascal (1623-1662) francia matematikus, fizikus, filozófus. Mechanikus számológépet szerkesztett, megalapozta a projektív geometriát, kidolgozta másokkal közösen a valószínűség matematikai elméletét. Tanulmányozta a folyadékokat és tisztázta a vákuum és a nyomás fogalmait. A nyomás mértékegysége az ő munkásságának tiszteletére lett pascal.

a) Mi történik a gumilemezzel, ha egyre mélyebbre nyomod az üveghengert a vízbe!

....

b) Mi történik, ha kiemelve az edényből egyre több vizet öntesz bele?

....

....

c) Tapasztalataidat rajzold be az üres keretekbe!

46. ábra: Gumilappal lezárt cső

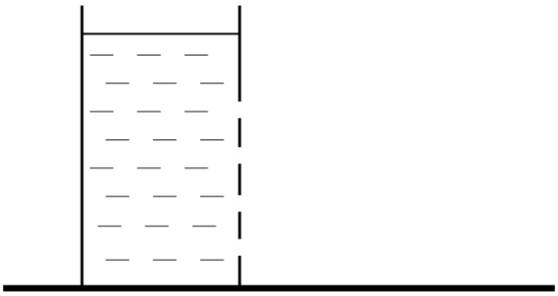
3. kísérlet: A mindkét végén nyitott üveghenger aljára szoríts egy vékony fémlemezt, és nyomd a hengert a vízzel töltött üvegedénybe! Ezután tölts lassan vizet a hengerbe, és figyeld meg, hogy mikor válik le a fémlemez a henger aljáról!

Tapasztalat és indoklás: ....

....

4. kísérlet: Vizsgáld meg, hogyan függ a nyomás a vízoszlop magasságától! Ragaszd le egy szigetelőszalag csíkkal a konzervdoboz oldalán lévő lyukakat!

Töltsd fel színültig vízzel a dobozt, és vedd le a ragasztót! Figyeld meg, milyen sugárban folyik ki a víz a lyukakon, és rajzold le a jelenséget a 47. ábrán!



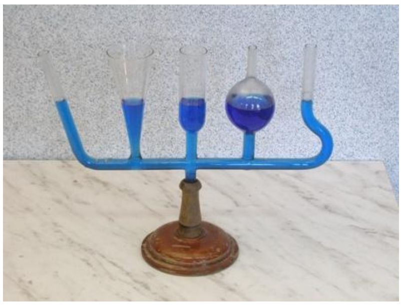
47. ábra: Vízsugarak

Fogalmazd meg tapasztalataidat!
Minél több víz van a lyuk felett, annál .... erővel folyik ki a lyukon. Tehát a nyomás és a vízoszlop magassága ....egymással.
A mennyiségek kapcsolatát a következő képlet adja meg: $p_h = \varrho g h$, ahol p_h –val a hidrosztatikai nyomást jelöltük, ϱ a víz ...., g a gravitációs ...., és h a vízoszlop .... jelöli. Ha a sűrűséget [kg/m^3]-ben, a h-t méterben adjuk meg, akkor a p_h nyomást ....-ban fogjuk megkapni.

5. kísérlet: Töltsd fel az ételfestékkel megfestett vízzel a közlekedőedényt, kb. a feléig (48. ábra)! Mi történik a folyadék szintjével, ha kissé megdöntöd az eszközt?
....

....

....


48. ábra: Közlekedő-edény

6. Tanári demonstrációs kísérletek bemutatása és értelmezése következik. Figyeld meg a kísérleteket, és a tapasztalatokat írd be a megfelelő helyre!


49. ábra: Vízi buzogány

a) Vízi buzogány (49. ábra):

Melyik törvényt szemlélteti ez a kísérlet?

....

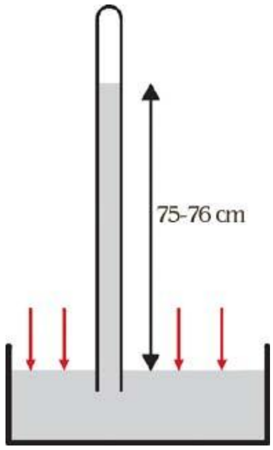

50. ábra: Hidrosztatikai paradoxon

b) Hidrosztatikai paradoxon bemutatása (50. ábra): A folyadék nyomása ....az edény alakjától, hanem csak a folyadékoszlop .... függ.

c) Papírlappal lefedett, vízzel teli pohár fejjel lefelé fordítása. Lásd. 7. kísérlet.

A légnyomás: A légnyomást először Torricelli[5] olasz természettudós mérte meg. Egyik végén zárt üvegcsövet teletöltött higannyal. A cső szabad végét az 51. ábrán látható módon egy higanyos edénybe állította. A higany egy része kifolyt a csőből, de egy kb. 75-76 cm magasságú rész benne maradt. Az üvegcső tetején vákuum keletkezett. Az edényben lévő szabad higanyfelszínt a légnyomás nyomja lefelé. Ezzel tart egyensúlyt a csőben maradt higanyoszlop hidrosztatikai nyomása. Számold ki pontosan! A higany sűrűsége 13600 kg/m^3. $p_h = \varrho_{Hg} gh =$

....



51. ábra: Torricelli-kísérlet

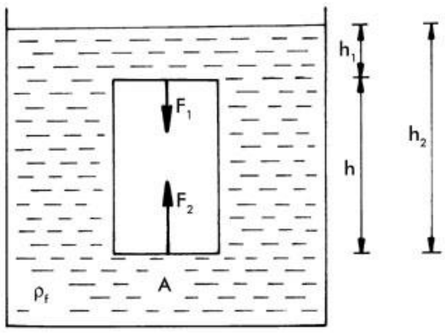
7. kísérlet: A papírlappal lefedett, vízzel teli pohár fejjel lefelé fordítását önállóan végezd el! Tálca fölött próbáld meg a kísérletet, mert nem biztos, hogy elsőre sikerül!
A pohár legyen tele, és a ráhelyezett papírlap pontosan illeszkedjen a pohár pereméhez! Egy gyors mozdulattal fordítsd meg a poharat!
a) Mi történt a pohárban lévő vízzel? Indokold meg a jelenséget!

....

Mi az oka, amikor nem sikerül a mutatvány?..

8. Feladat: Határozzuk meg, hogyan függ a hidrosztatikai nyomástól a vízbe merülő testekre ható felhajtóerő!
A felhajtóerő nagyságára vonatkozó törvényt először Arkhimédész mondta ki: Minden folyadékba merülő testre felhajtóerő hat, melynek nagysága megegyezik a test által kiszorított folyadék súlyával.

Számoljuk ki a felhajtóerő nagyságát (52. ábra):
A-val jelöltük a hasáb alap és fedőlapjának területét, és ϱ-val a folyadék sűrűségét.
Az eredőerő:
$F_e = F_2 - F_1 = \varrho g h_2 A - \varrho g h_1 A = \varrho g A(h_2 - h_1) = \varrho g A h = \varrho_{foly} g V = m_{foly} g$
A felhajtóerő egyenlő az eredőerővel: $F_e = F_f$
Tehát a felhajtóerő: $F_f = m_{foly} g$ = a kiszorított folyadék súlyával.



52. ábra: Felhajtóerő

[5] Torricelli (1608-1647) itáliai fizikus és matematikus.

9. mérés: A felhajtóerő segítségével meg fogjuk határozni egy ismeretlen anyagú szilárd test sűrűségét.
Először mérjük meg a test súlyát rugós erőmérővel: $G_{test} = m_{test}g = \varrho_{test}V_{test}g$, innen kifejezzük a test térfogatát: $V_{test} = G_{test}/(\varrho_{test}g)$.
Majd teljesen vízbe merítve a testet, olvassuk le újra az erőmérőt. A testre ható felhajtóerő ennek a két erőnek a különbségével egyenlő.
Tehát a felhajtóerő: $F_f = G_{test} - G_{vízben} = \varrho_{víz}gV_{test}$,
ahová behelyettesítve a test térfogatát kapjuk, hogy
$G_{test} - G_{vízben} = \varrho_{víz}gG_{test}/(\varrho_{test}g) = \varrho_{víz}G_{test}/\varrho_{test}$.
Kifejezve a kapott összefüggésből a test sűrűségét kapjuk, hogy:
$\varrho_{test} = \varrho_{víz}G_{test} / (G_{test} - G_{vízben})$.

A test sűrűségének meghatározásához elegendő egy rugós erőmérő.
A víz sűrűsége 1 g/cm^3.
Határozd meg a következő 3 test sűrűségét, töltsd ki a táblázatot!

	Test súlya levegőben: G_{test} [N]	Test súlya vízben: $G_{vízben}$ [N]	Test sűrűsége: ϱ_{test} [g/cm^3]
fémnehezék			
kavics			
fémhenger			

10. Mérési hibák: Az erőmérő leolvasásából származó hiba súlyerő esetén 0,05 N.

19. Aerosztatika

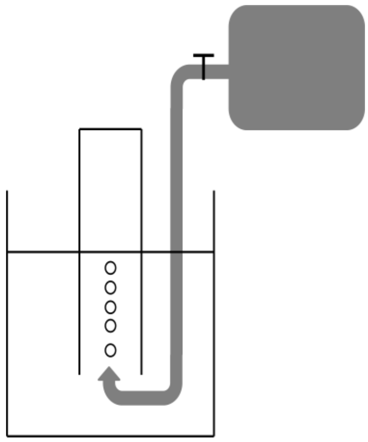
Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: A gázok tulajdonságai: egy tartályba zárt gázmennyiség meghatározott tömeggel rendelkezik, térfogata egyenlő a tartály térfogatával, tehát sűrűsége kiszámolható. A tartályba zárt gázok nyomást fejtenek ki a tartály falára.
A légkör súlyából származó nyomás az ún. légnyomás. A légnyomást először Torricelli[6] olasz természettudós mérte meg: közelítőleg 100 kPa. Ez azt jelenti, hogy testünk minden négyzetcentiméterére 10 N erő hat, ami 1 kg tömegű test súlya.

Feladat: Levegő sűrűségének mérése, kísérletek a légköri levegő nyomására.

Szükséges eszközök: tálca, csappal ellátott tartály, digitális mérleg, pumpa, mérőhenger, 2 db 2 literes műanyag flakon: beleszerelt léggömbökkel, üvegpohár papírlapokkal, radírgumi, gyufa, kb. 1 dl ételfestékkel megfestett víz, szivacskendő.

1. mérés: Sűrűségmérés: Mérd meg a csappal ellátott tartály tömegét a digitális mérlegen, majd pumpálj levegőt a tartályba, és zárd el a csapot. Mérd meg újra a tartály tömegét!
m_1= .... g, m_2=........... g.
Számold ki a bepumpált levegő tömegét:
$m = m_1 - m_2$ =..............g.
Csatlakoztass gumicsövet a záró szelephez és a levegőt engedd víz alatt egy vízzel teli mérőhengerbe (53. ábra). A nagyobb nyomású levegő kiszorítja a vizet a hengerből, így azt a levegőmennyiséget kapjuk meg a zárt hengerben, amit a tartályba többletként belepumpáltunk. Mérd meg a levegő térfogatát. Figyelj arra, hogy a levegőt maradéktalanul a mérőhengerbe vezesd, és a bezárt levegő térfogatát úgy olvasd le, hogy a víz szintje a hengerben és a külső edényben azonos legyen, ekkor lesz a külső és belső nyomás ugyanannyi.


53. ábra: Sűrűségmérés

V = ... cm^3.
Számold ki a hengerben lévő levegő sűrűségét! $\varrho = m/V$ = ... = ... g/cm^3.

2. kísérlet: Egy papírlappal lefedett, vízzel teli pohár fejjel lefelé fordítását kell tálca fölött elvégezned. Ügyelj arra, hogy a pohár színültig tele legyen, és a ráhelyezett papírlap pontosan illeszkedjen a pohár pereméhez! Egy gyors mozdulattal fordítsd meg a poharat!

[6] Torricelli (1608-1647) itáliai fizikus és matematikus.

a) Mi történt a pohárban lévő vízzel? Indokold meg a jelenséget!

....

Mi az oka, amikor nem sikerül a mutatvány?

....

3. Tanári demonstrációs kísérletek bemutatása és értelmezése következik. Figyeld meg a kísérleteket, és a tapasztalatokat írd be a megfelelő helyre!

Légszivattyús kísérletek:

a) Egy félig leeresztett léggömb és a pohár vízbe rakott nyers tojás változása nyomás-csökkentéskor:

Mi történik a léggömbbel és a tojással, ha kiszivattyúzzuk a levegőt a légszivattyú búrája alól?

....

b) Magdeburgi[7] féltekék bemutatása (54. ábra három fotója):

Milyen erő nyomja össze a két féltekét, ha közülük kiszívjuk a levegőt?

....

54. ábra: Magdeburgi-féltekék

c) A légszivattyú búrája alá helyezett, kiegyensúlyozott emelő egyik oldalán egy nagyméretű üres fémgömb, másik oldalán egy súly van felakasztva (55. ábra).

Mi történik, ha a búra alól kiszivattyúzzuk a levegőt?

....

[7] A légnyomás erejét mutatta be Magdeburg polgármestere, Otto Guericke, a légszivattyú feltalálója Regensburgban a birodalmi gyűlésen, 1654-ben. Két 35 cm átmérőjű, jól illeszkedő réz félgömb közül kiszivattyúzta a levegőt, majd a félgömböket 8-8 lóval próbálta meg széthúzatni, sikertelenül. A levegő beengedésével a két félgömb magától szétesett. Ezt a kísérletet ismételték meg Szombathelyen 2003-ban a főiskola szervezésében, amint a fényképen látható.

Melyik az az erő, amely levegőben hat a fémgömbre, vákuumban viszont nem hat?

....

Tapasztalatod szerint érvényesül-e Arkhimédész törvénye gázokban?

....

Sorolj fel néhány gyakorlati példát a levegőben lévő testekre ható felhajtóerő alkalmazására!

55. ábra: Légszivattyú

....

4. kísérlet: Tedd a tányér közepére a radírgumiba szúrt gyufaszálat és gyújtsd meg egy égő gyufával. Takard le az üres pohárral és önts a tányérra 1 cm magasságú ételfestékkel megfestett vizet. Figyeld meg, hogy

mi fog történni! ....

Indokold meg, amit láttál! ....

5. Versenyezz a mérőpároddal, hogy ki tudja nagyobbra felfújni a két léggömbbel felszerelt 2 literes flakonban a léggömböt! (Hasonlóan a 56. ábrához.)
Válasszatok flakont és rajta!

Csak akkor olvassátok el a következő részt, ha már eldőlt a verseny!

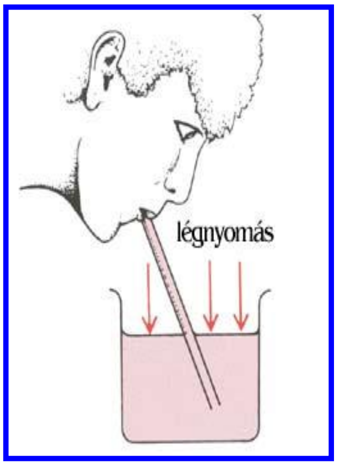
Egyikőtök egyértelműen megnyerte a mutatványt. Nézzétek meg alaposan, hogy mi a különbség az eszközök között!

56. ábra: Léggömb üvegben

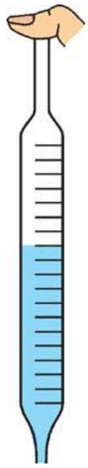
....
Vajon miért lehetetlen az egyik flakonban felfújni a léggömböt?

....

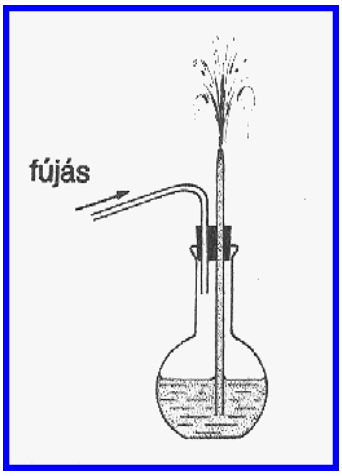
6. Néhány gyakorlati alkalmazást látsz a képeken. Nevezd meg őket, és röviden fogalmazd meg, hogyan működnek!



59. ábra: Gyakorlati alkalmazás 3.



58. ábra: Gyakorlati alkalmazás 2.



57. ábra: Gyakorlati alkalmazás 1.

....

....

....

7. Mérési hibák:

a) A digitális mérleg hibája elhanyagolható.

b) A mérőhenger legkisebb beosztása 1 cm^3 térfogatot jelent, amiből 0,5 cm^3 leolvasási hiba adódik.

20. A felhajtóerő mérése

Munkarend: 2 fős csoportban való mérés.
Balesetvédelem: A laborrend és az általános munka-, baleset-, és tűzvédelmi szabályok ismertetése.

Bevezetés: Mindenki hallott már a híres görög matematikusról, Arkhimédészről[8], akinek a nevéhez sok érdekes legenda fűződik.
A felhajtóerő nagyságára vonatkozó törvényt először Arkhimédész mondta ki: Minden folyadékba merülő testre felhajtóerő hat, melynek nagysága megegyezik a test által kiszorított folyadék súlyával.

A felhajtóerő = $F_f = \varrho_{foly} g V = m_{foly} g$ = a kiszorított folyadék súlya.

Feladat: A felhajtóerő vizsgálata.

Szükséges eszközök: tálca, magas üveghenger, mérőhenger, rugós erőmérő, alumínium hasáb, rézhenger, vasgolyó, jelölő filctoll, cérna, fecskendő, műanyag vizes edény, dobókocka, üvegpálca, kémcső, fecskendő.

1. mérés: Határozd meg a három adott testre a vízben ható felhajtóerőt! Mérd meg a test súlyát levegőben, majd vízbe merítve. A két erő különbsége lesz a felhajtóerő.
Bemerítéskor olvasd le a mérőhenger oldalán lévő skáláról a test térfogatát cm^3-ben, amit át kell váltanod m^3-re! A legkisebb osztásrész 1 cm^3 térfogatot jelent.
Töltsd ki a táblázatot, számold ki a felhajtóerőt és a kiszorított víz súlyát!

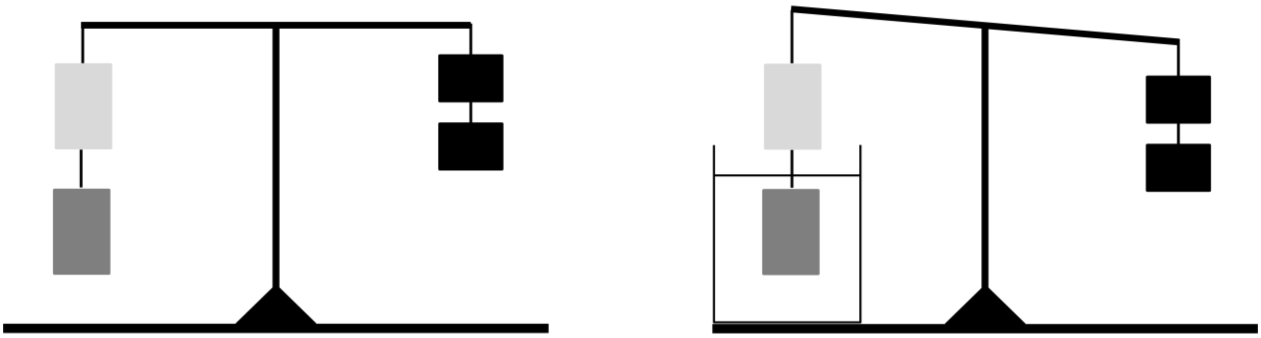
	test súlya G [N]	test súlya vízben $G_{vízben}$ [N]	felhajtóerő F_f [N]	test térfogata V		kiszorított víz súlya $G_{víz}$ [N]
				[cm^3]	[m^3]	
alumínium hasáb						
rézhenger						
vasgolyó						

Ellenőrizd mérésed eredményét, sikerült-e igazolnod Arkhimédész törvényét?

....

[8] Arkhimédész (i.e. 287-212.) görög matematikus és fizikus. Létrehozta a statika tudományát, leírta az emelőt és a hidrosztatikai egyensúlyt. Meghatározta a tömegközéppont fogalmát. Bevezette a sűrűség fogalmát. A legenda szerint fürdés közben fedezte fel a felhajtóerőt.

2. mérés: Egyensúlyozd ki a kétkarú emelőt a 60. ábrán látható módon. A bal oldalon a tömör henger legyen alul, fölötte pedig az üres. Az üres henger belső térfogata egyenlő a tömör henger térfogatával. Ha teljesen vízbe meríted a tömör hengert, akkor az egyensúly felborul.



60. ábra: Arkhimédészi hengerpár

Hogyan lehet helyreállítani újra az egyensúlyt?

....

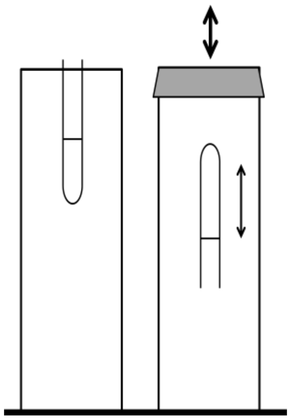
Indokold meg, miért állt helyre az egyensúly!

....

3. mérés: Cartesius[9]-búvár készítése: az úszás, a lebegés és a lemerülés tanulmányozása.

A magas üveghengerbe önts vizet, csaknem színültig, majd a kémcsőbe is tölts kb. harmadrészéig vizet és a bal oldali ábra szerint merítsd a hengerbe. Annyi vizet kell még a kémcsőbe pótolnod, hogy a teteje csak 1-2 mm-re emelkedjen a vízszint fölé (61. ábra). Ekkor ujjaddal befogva a kémcsövet, fordított helyzetben tedd vissza a hengerbe, ahol stabilan kell lebegnie a vízben. Az üveghengert színültig töltsd fel vízzel, majd a gumilappal és a gumigyűrűvel zárd le.

Ha a kezeddel óvatosan megnyomod a gumilapot, akkor a búvár lefelé indul, de ha összecsípve a gumilapot, kissé megemeled, akkor a búvár felfelé indul el.



61. ábra: Cartesius-búvár

Magyarázd meg a jelenséget!

a) Miért lebeg a kémcső a hengerben?

....

b) Figyeld meg, hogy változik a kémcsőben lévő vízmennyiség, ha megnyomjuk a gumilapot? Mi lesz ennek a következménye?

....

[9] A kísérlet a híres matematikusról Descartes-ről kapta a nevét. Cartesius a név latin változata.

....

c) Hogyan változik a kémcsőben lévő vízmennyiség, ha felhúzzuk a gumilapot? Mi lesz ennek a következménye?

....

....

d) Foglald össze a kísérlet alapján az úszás, lebegés és lemerülés feltételét!

....

4. mérés: Tedd a dobókockát a félig vízzel töltött főzőpohárba. Az üvegpálcával változtasd a helyzetét a vízben: bármilyen mélységben stabilan lebeg. Növeld meg a víz sűrűségét, apránként adagolva hozzá a sót, mindig keverd el az üvegbottal, hogy jól feloldódjon. Mi történik a dobókockával?

....

Magyarázat:

....

5. Oldd meg a következő feladatokat!
a) Az emberi test sűrűsége 1010-1040 kg/m^3 között változik. Indokold meg, hogy miért könnyebb a tengerben úszni, mint az édesvízben!
b) Ha egy pohár higanyba egy vasgolyót helyezünk, akkor mi fog történni a vasgolyóval: úszik, lebeg, vagy lemerül a pohár aljára? Indoklást kérek!
c) Miért úszik a vízen a vaslemezből készült csónak, és miért süllyed el, ha léket kap?
d) A jég sűrűsége 0,9 g/cm^3. Hány százaléka emelkedik ki a vízből egy jégkockának, vagy egy úszó jéghegynek? Válaszodat indokold!
e) Egy 10 cm^3 térfogatú fakocka úszik a vízen úgy, hogy éppen a fele merül a vízbe. Számold ki a fakockára ható felhajtóerőt, és a kocka sűrűségét!

6. Mérési hibák:
a) A térfogatmérésnél kb. 0,5 cm^3 hiba adódhat, a leolvasás pontatlansága miatt.
b) Az erőmérő leolvasásából származó hiba kb. 0,05 N.

Hivatkozások

- A http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/fizika/ honlapról vett képek:
  1. 9. 11. 12. 13. 17. 18. 19. 31. 34. 46. 48. 49. 50. 51. 52. 54. 55. 56. 57. 58. 59.
- A http://coolsciencedad.blogspot.hu/2013/04/stabbing-potato.html a 8. ábra
- A többi rajzot és fotót a szerző maga készítette.

Ábrajegyzék

Irodalomjegyzék

- Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű II. osztálya számára, Tankönyvkiadó, ISBN 963 17 3458 7
- Fizika a gimnázium szakosított tantervű III. osztálya számára (I. kötet), Tankönyvkiadó, ISBN 963 17 1185 4
- Öveges József: Kísérletezzünk és gondolkozzunk! Gondolat Kiadó, 1979.
- Öveges József: Az élő fizika, Aranyhal Könyvkiadó
- Fizika Tankönyv 9. osztály Mozaik Kiadó, 2002. ISBN 963 697 332 6
- Fizika szóbeli tételek (Egységes érettségi feladatgyűjtemény), Nemzeti Tankönyvkiadó, ISBN 963 19 5442 0
- http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/fizika/
- http://hu.wikipedia.org/wiki/Galilei
- http://hu.wikipedia.org/wiki/Mikola_Sándor

Fogalomtár

Kinematika:

- Pálya: Az a térbeli görbe vonal, melyen a test a mozgás során halad.
- Út: A test pályájának hossza, jele: s, mértékegysége: [m].
- Sebesség: Az egyenletes mozgás sebessége egyenlő a test által megtett út és a közben eltelt idő hányadosával. Jele v, képlete: $v=\Delta s/\Delta t$, mértékegysége: [m/s].
- Sebességváltozás vektor definíciója: $\Delta \underline{v} = \underline{v}_2 - \underline{v}_1$.
- Gyorsulás definíciója: $\underline{a} = \Delta \underline{v}/\Delta t$, vagyis időegység alatt történő sebességváltozás, mértékegysége [m/s^2]. A gyorsulás vektormennyiség, melynek iránya megegyezik a sebességváltozás vektor irányával.
- Négyzetes úttörvény: $s = \frac{1}{2}\, a \cdot t^2$, ahol s a test által megtett út, a a gyorsulás és t a mozgás időtartama, ha a kezdősebesség nulla.
- Gravitációs gyorsulás: A szabadon eső test gyorsulása. Jele: g, mértékegysége [m/s^2]. Értéke függ a Föld középpontjától vett magasságtól. A mi szélesség körünkön, tengerszinten *g* értéke 9,81 m/s^2.
- Keringési idő: Egyenletes körmozgásnál a teljes kör megtételéhez szükséges idő [s].
- Fordulatszám: azt mutatja meg, hogy időegység alatt hány kört tett meg a test. Jele f, képlete $f=n/t$, ahol n a t idő alatt megtett körök száma. Mértékegysége [1/s].
- Szögsebesség: megmutatja, hogy a test által megtett ívhez időegység alatt mekkora középponti szögelfordulás (α) tartozik, radiánban kifejezve. Jele: ω, képlete: $\omega = \alpha/t$, mértékegysége [1/s].
- Kerületi sebesség: a test által megtett ív hosszának (s) és a közben eltelt időnek (t) a hányadosa:

$v_k = s/t$, mértékegysége [m/s].

Fogalomtár dinamika:

- Tömeg: a test tehetetlenségének mértéke. Jele: m, mértékegysége [kg].
- Térfogat: a szilárd test vagy folyadék által kitöltött térrész kvantitatív jellemzője. Mértékegysége [m^3].
- Sűrűség: jele ϱ, definíciója a tömeg és a térfogat hányadosa: $\varrho = m/V$. Mértékegysége [kg/m^3].
- Inerciarendszer: Az olyan vonatkoztatási rendszert, amelyben teljesül a tehetetlenség törvénye.
- Hatás-ellenhatás: Ha egy test erőt fejt ki egy másik testre, akkor a második test is erőt fejt ki az elsőre. A két erő egyenlő nagyságú, azonos hatásvonalú, de ellentétes irányú. Ezt a törvényt a hatás-ellenhatás törvényének nevezzük, vagy akció - reakció elvének is hívhatjuk.
  A kölcsönhatásban fellépő két erőt erő – ellenerő párnak nevezzük.
- Impulzus: egy test impulzusán a test sebességének és a tömegének a szorzatát értjük. Vektormennyiség, melynek iránya mindig a test sebességének irányával egyezik meg. Jele I, mértékegysége [kg·m/s]. Képlete: $\underline{I} = m \cdot \underline{v}$, ahol m a test tömege és $\underline{v}$ a test sebességvektora.
- Rugalmas ütközés: Tökéletesen rugalmas ütközéskor nem változik meg a rendszer tagjainak összes mozgási energiája, és az ütközés után a testek visszanyerik eredeti alakjukat.
- Rugalmatlan ütközés: rugalmatlan ütközéskor a mozgási energia megváltozása maradandó alakváltozást okoz a testeken.
- Zárt rendszer: több, egymással kölcsönhatásban álló testet rendszernek nevezzük. A rendszerben lévő testek között fellépő erőket belső erőknek, míg a rendszerhez nem tartozó test által a rendszerre ható erőt külső erőnek nevezzük. Ha egy rendszerben csak belső erők hatnak, akkor zárt rendszerről beszélünk.
- Impulzus megmaradás törvénye: Zárt rendszerben csak a rendszert alkotó testek közötti belső erők hatnak. Zárt rendszer tagjainak összes impulzusa állandó.
- Mechanikai energia megmaradás törvénye: Ha zárt rendszert alkotó testek között nincsen sem súrlódás, sem közegellenállás, akkor mechanikai energiájuk összege állandó.
- Nyomóerő: a testre a kényszerfelület által gyakorolt, mindig a felületre merőleges erőhatás.
- Csúszási súrlódási erő: egy test mozgásakor a kényszerfelület által a testre ható, a test mozgásával ellentétes irányú erő. Nagysága csak az érintkező felületek minőségétől és a nyomóerő nagyságától függ. Jele: F_s , mértékegysége [N].
- Csúszási súrlódási együttható: a testre ható csúszási súrlódási erő és a nyomóerő hányadosa, jele μ. Kiszámítása: $\mu = F_s / F_{ny}$. A csúszási súrlódási együttható egy mértékegység nélküli skalár.
- Tapadási súrlódási erő: a tapadási súrlódási erő addig hat a testre, míg az nyugalomban van az erőt kifejtő felülethez képest. Mindig kiegyensúlyozza azt az erőt, amelyik a testet mozgásba akarja hozni, tehát értéke nulla és egy maximális nagyságú erő között változhat. Jele: F_{ts} , maximális értékének jele: $F_{ts\,max}$, mértékegysége [N].

- Tapadási súrlódási együttható: a testre ható maximális tapadási súrlódási erő és a nyomóerő hányadosa, jele μ_0. Kiszámítása: $\mu_0 = F_{ts\ max} / F_{ny}$. A tapadási súrlódási együttható egy mértékegység nélküli skalár.
- Megnyúlás: A megnyújtott rugó hosszának és a nyújtatlan rugó hossznak a különbsége. Jele: Δl, mértékegysége általában [cm].
- Rugóerő: A megnyújtott vagy összenyomott rugó által kifejtett erő. A rugóerő egyenesen arányos a rugó megnyúlásával. Jele F_r, mértékegysége [N].
- Rugóállandó: A rugóerő és a megnyúlás hányadosa az adott rugóra jellemző állandó, más néven direkciós erő, melyet D-vel jelölünk. $D = F_r / \Delta l$, mértékegysége [N/m].
- Erőkar: A testre ható erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolsága. Jele: k, mértékegysége [m].
- Forgatónyomaték: Az erő erőkarra merőleges komponensének és az erőkar hosszának a szorzata: $M = F_{merőleges} \cdot k$, ahol a forgatónyomaték jele M, és mértékegysége [N·m].
- Mechanikai munka: A mechanikai munka az erő úttal párhuzamos komponensének és a megtett útnak a szorzata: $W=F_{párh}s$, mértékegysége: [J].
- Mechanikai energia: a test munkavégző képessége, mértékegysége: [J].
- Helyzeti energia: A null szinthez képest h magasságba felemelt test helyzeti energiája egyenlő az emeléséhez befektetett munkával, vagyis $E_h=mgh$, ahol m a test tömege [kg]-ban mérve, $g=9{,}81\ m/s^2$ a gravitációs gyorsulás és h [m]-ben a test helyzetének null szinthez mért magassága. A mechanikai energia mértékegysége: [J].
- Mozgási energia: A mozgási energia: $E_m=\frac{1}{2}mv^2$, ahol m a test tömege, és v a pillanatnyi sebessége, mértékegysége: [J].
- Rugalmas energia: A rugóban tárolt energia: $E_r=\frac{1}{2}D(\Delta l)^2$, ahol D [N/m] a rugóállandó, Δl a rugó megnyúlása [m]-ben mérve, mértékegysége: [J].
- A légnyomás: a légköri levegő súlya okozza, értéke tengerszinten közelítőleg 100 kPa. A légnyomást először Torricelli olasz természettudós mérte meg.
- Hidrosztatikai nyomás: Egy edényben a folyadék felszíne alatt h mélységben a hidrosztatikai nyomás $p=\varrho gh$, ahol ϱ a folyadék sűrűsége és g a gravitációs gyorsulás. Mértékegysége $[N/m^2]=[Pa]$.
- Felhajtóerő: $F_f = \varrho_{közeg}Vg$, vagyis a közeg sűrűségének, a test közegbe merülő része térfogatának és a gravitációs gyorsulásnak a szorzatával kiszámolható mennyiség.