

FELADATLAPOK

FIZIKA

9. évfolyam
Tanári segédanyag

Szemes Péter

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja
TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014

1. HOGYAN VADÁSZIK A DENEVÉR?



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

A légpárnás sínen mozgó lovas egyenes vonalú egyenletes mozgást végez. Ennek bizonyítására szolgál az első kísérlet, mely azonban előkészülteket igényel. Helyezzük a fotokapukat, az elektromos indítót és a lovasat a rajznak megfelelően. A lovasat a gumiszálas indítóval indítjuk el. Csatlakoztassuk a kapcsolódobozt az első fotocellához és az indítóhoz!



PEDAGÓGIAI CÉL

Az első laborhasználati óra elsődleges célja, hogy bemutassa, egy kísérlet végrehajtásának és kiértékelésének milyen lépései vannak.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Egyenes vonalú egyenletes mozgás ismerete. Út-idő grafikonok értelmezése, sebesség kiszámítása az út és idő ismeretében.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

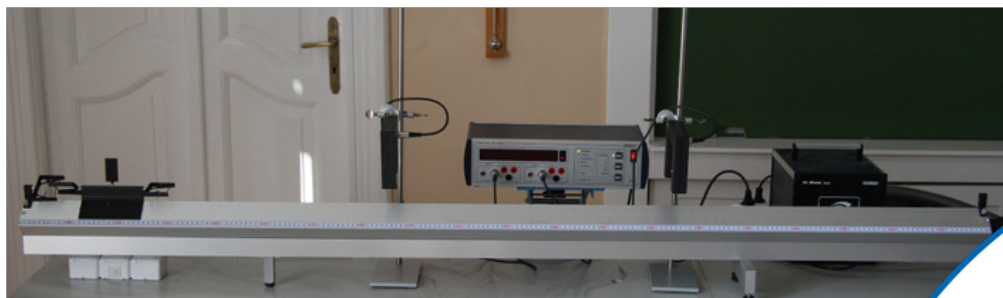
SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- mozgás szenzor
- légpárnás sín
- légbefúvó
- elektromos indító
- 2 db fotocella
- CE-ESV adatbegyűjtő
- kapcsolódoboz
- tápegység
- lovas + zászló

1. KÍSÉRLET: LÉGPÁRNÁS SÍN

a) Rajzold le a kísérleti összeállítást!

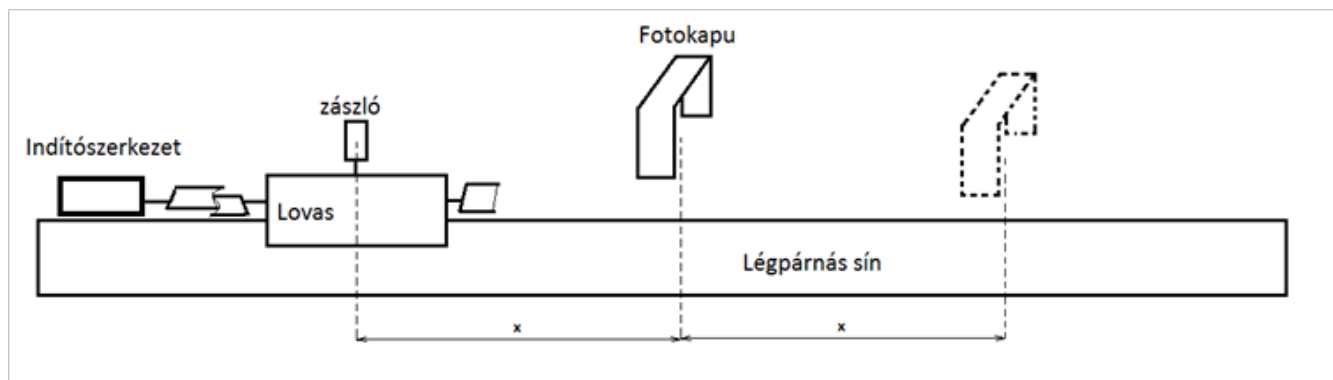
A kísérleti összeállítás valós képe:



Fotó: Mike Ariel

SZÉCHENYI 2020

1. KÍSÉRLET: LÉGPÁRNÁS SÍN (folytatás)



A kísérleti eszköz összeállításánál oda kell figyelni, hogy a lovas „ki legyen súlyozva”, tehát, ha az egyik oldalára teszünk egy elemet, a másik oldalára is kell tenni (minden elem azonos súlyú, mindegy, melyiket helyezzük fel).

Az indítószerkezetet és a kiegyensúlyozott lovast a következő kép mutatja:



Fotó: Mike Ariel

b) Jegyezd fel, mekkora az út a zászló és a fotókapu között!

$x =$

Két lépésben fogjuk a mérést elvégezni. Megmérjük először, hogy mennyi idő alatt teszi meg a lovas az első fotókapuig tartó útszakaszt. A következő mérés során a második fotókapuig tartó útszakasz megtételéhez szükséges időt mérjük.

c) Milyen matematikai kapcsolatot várunk az útszakasz hossza és a megtételéhez szükséges idő között?

Azonos úthosszakra azonos időket fog mérni, a kétszeres úthosszra kétszer annyi időt várunk.

d) Végezzük el a mérést háromszor a fotókapu mindkét helyzetében! Foglaljuk táblázatba a mért adatokat!

| | x | $2x_{\text{számolt}}$ | $2x_{\text{mért}}$ | $2x_{\text{számolt}} - 2x_{\text{mért}}$ |
|-------------------|-----|-----------------------|--------------------|--|
| t_1 | | | | |
| t_2 | | | | |
| t_3 | | | | |
| $t_{\text{átl.}}$ | | | | |

e) A három adat alapján számoljunk átlagot, számoljuk ki, mennyire várnánk a kétszeres útszakaszra az időtartamot, mérjük le a kétszeres útszakaszra is az időt, és a kettő különbségéből számoljunk mérési pontatlanságot!

f) Az elektromos időmérés elég nagy pontosságot tesz lehetővé. Miért adódik mégis különbség a mért és számolt adatok között?

A kiskocsi mozgását egyenes vonalú egyenletes mozgásnak tekintettük, nem vettük figyelembe, hogy az induláskor kis ideig gyorsuló mozgást végez.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. KÍSÉRLET: LÉGPÁRNÁS SÍN II.

a) Állítsuk át az időmérőt, hogy a zászló áthaladási idejét mérje mindkét fotokapu esetén!

b) Figyeld meg a kísérletet! Jegyezd fel az adatokat!

Végezzük el a kísérletet háromszor egymás után!

| | 1. fotokapu | 2. fotokapu |
|-------|-------------|-------------|
| t_1 | | |
| t_2 | | |
| t_3 | | |

c) Hogyan tudnád kiszámolni a kiskocsi sebességét?

Az egyenes vonalú egyenletes mozgásra vonatkozó $v=s/t$ képlet segítségével. Ehhez azonban szükségünk lesz a zászló szélességére.

d) Mérétek le a zászló szélességét, és számítsátok ki a kiskocsi sebességét!

$s = \dots\dots\dots \text{cm}$

$v=s/t = \dots\dots\dots \text{m/s}$

e) Szigorú értelemben véve, a számolt sebességadat a kiskocsi pillanatnyi sebessége?

Nem, tulajdonképpen egy nagyon kis útszakaszra vett átlagsebesség.

f) Tudsz olyan műszerről, mely a fenti szigorú értelemben képes a pillanatnyi sebességet mérni?

Nincs ilyen műszer. Minden műszer csak egy „elég jó” közelítéssel adja meg a pillanatnyi sebességet, de a mindennapi életben ez kielégítő.

g) Írj példákat a mindennapi életből, ahol sebességmérővel találkozhatunk!

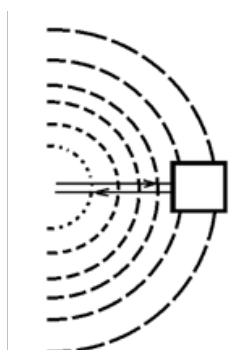
Autó, vagy kerékpár kilométerórája. Városhatárokon is megfigyelhetünk kitelepített sebességmérőket. Traffipax.

3. KÍSÉRLET: SEBESSÉGMÉRÉS

a) Beszéljük meg, hogyan működik az ultrahangos detektor!

A kibocsátott hangfrekvencia visszaérkezésének idejét méri. Ez idő alatt a hang a test (detektortól való) távolságának a kétszeresét tette meg. Egyenes vonalú, egyenletes mozgásról lévén szó, a hang sebességének ismeretében számolható a megtett út.

b) Rajzold le vázlatosan, hogyan vadászik a denevér!

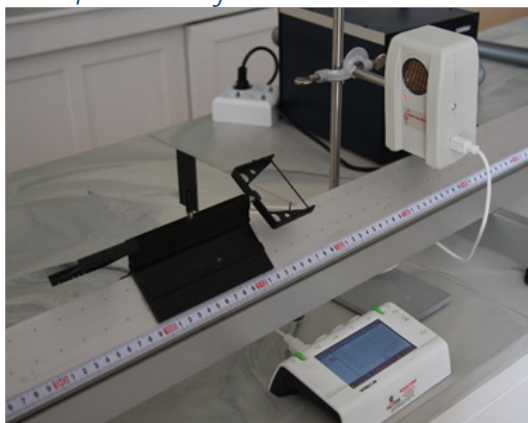


3. KÍSÉRLET: SEBESSÉGMÉRÉS (folytatás)

c) Végezzük el az előző kísérletet ultrahangos detektorral is!

Az ultrahangos detektort előzőleg csatlakoztassuk kivetítőhöz, ez az óra az adatbegyűjtő bemutatására, megismerésére is szolgál.

A kísérleti összeállítást a következő fotó mutatja:

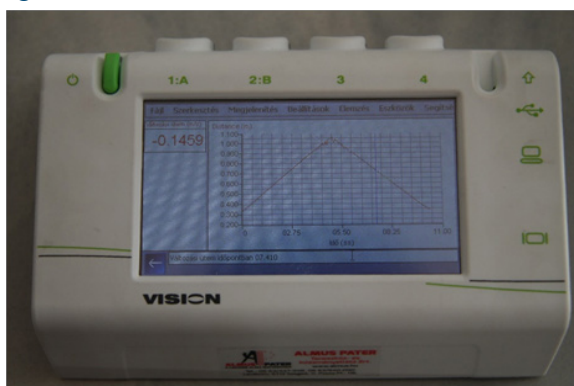


Fotó: Mike Ariel

d) Elemezzük az adatokat!

A kapott adatok egy egyenest rajzolnak ki. Általánosságban elmondható, hogy egyenes vonalú egyenletes mozgás esetén az út-idő grafikon képe egy egyenes.

A következő képen annak a kísérletnek az eredménye látható, amikor a detektor oldaláról kézzel meglöktük a kiskocsit, az a pálya végéig egyenletesen mozgott, ott az indítószerezettel rugalmasan ütközött, majd visszafelé mozgott:



A mérés elejét, és végét (a meglökés pillanatát, és amikor megfogtuk a lovast) levágtuk, az adatbegyűjtő most csak a számunkra fontos időintervallumot mutatja, végül a minimum és maximumértékeket a géppel automata üzemmódban állítottuk be.

e) Végezzük el a kísérletet más kezdősebességgel is!

Az egyenes meredeksége mutatja a sebesség nagyságát!

f) Rajzoltassuk fel a géppel az út-idő grafikonokhoz tartozó sebesség-idő grafikonokat is!

Egyenes vonalú egyenletes mozgás esetén a sebesség-idő grafikon képe mindig vízszintes egyenes. Ha lehet, figyeljük meg egy grafikonon a két mérés eredményét!

SZÉCHENYI 2020

4. KÍSÉRLET: A SÉTÁLÓ SEBESSÉGE

a) A detektor segítségével mérjük le egyik diáktársunk sétálási sebességét!

Helyezzük el úgy a detektort, hogy legyen előtte pár méteres szabad terület!

b) Mekkora egy sétáló ember sebessége? Add meg az adatot km/h-ban és m/s-ban is!

$v = \dots\dots\dots \text{ km/h} = \dots\dots\dots \text{ m/s}$

FELADATOK, KÉRDÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

1. Tudtad, hogy nem csak a denevérek használják az ultrahang-kibocsátást tájékozódásra, hanem egyes, tengeri állatok is? Nézz utána, melyek ezek!

A delfinek is rendelkeznek „ultrahangos detektorral”, ezzel kommunikálnak egymás között!

2. Hogyan segít az emberi fül a hangforrás meghatározásában? Miért hasznos, hogy két fülünk van?

Hasonlóan működik, mint a hanglokátorok. A két fülünkhöz nem ugyanabban a pillanatban érkezik a hang. Az agy, ezt a kis időeltérést érzékeli, és így meg tudja határozni, körülbelül milyen irányból érkezik a hang.

3. Érdekesség: A második világháborúban hosszú tölcséreket tartottak az emberek a fülükhez, hogy pontosabban meghatározzák, merről érkezik a bombázó repülőgép.

4. Az autópályán maximum 140 km/h-val szabad hajtani. Az M1-es úton az egyik kijelző 2 szekundumnyi követési távolságot ír elő. Mekkora követési távolságot kell hagynunk?

A 140 km/h körülbelül 39 m/s, tehát, egyenletes mozgást feltételezve 2 másodperc alatt körülbelül 78 m-t teszünk meg. Ekkora a minimális követési távolság a maximális 140 km/h mellett.

SZÉCHENYI 2020

2. AZ EGYENES VONALÚ EGYENLETESEN GYORSULÓ MOZGÁS



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

A második kísérlet már túlmutat a tanulók eddig szerzett tudásán, de az erő fogalmát, a hétköznapi szóhasználatból, már ismerik. Ha ezen az órán már megmutatjuk, hogy az erő és a gyorsulás összefügg, később nem lesz nehéz dolgunk, mikor össze szeretnénk kapcsolni ezt a két fogalmat. (Egyéni belátás szerint ez a kísérlet ki is hagyható.)



PEDAGÓGIAI CÉL

Modern fizikai eszközök használata. A CE-ESV adatbegyűjtővel való ismerkedés, és a gépi adatgyűjtés, kiértékelés folyamatának elsajátítása.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás fogalma. A sebesség, út, idő fogalma, jele, mértékegysége. A CE-ESV adatbegyűjtő használatának alapjai.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

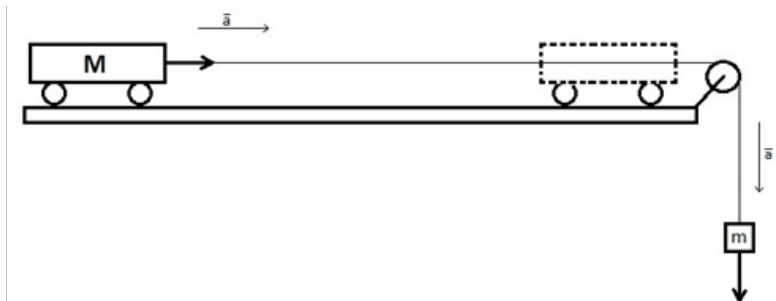
- kiskocsi
- sín
- csiga + tengely
- mozgócsiga
- rugós erőmérő
- akasztható súlykészlet
- CE-ESV adatbegyűjtő
- ultrahangos detektor
- fonál
- kartonpapír
- légpárnás sín
- kapcsolódoboz
- tápegység
- lovas + zászló
- két fotokapu

SZÉCHENYI 2020

1. KÍSÉRLET: PRÓBAMÉRÉS

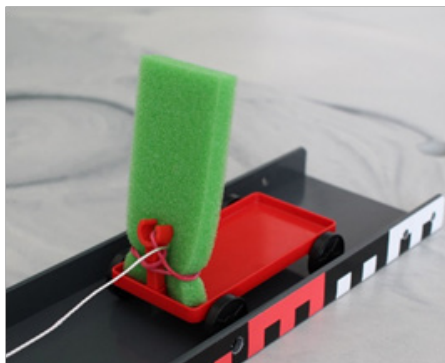
a) Építsd meg a képen látható kísérleti összeállítást!

A csigát egy tengellyel rögzíteni kell a sínhez. Hogy stabilan álljon, 4 db szorítógyűrű segítségével rögzítsük a csigát és a tengelyt!



b) A kiskocsikra rakjunk kartonból kivágott „zászlókat”, hogy a detektor érzékelni tudja az így megnövelt felületet!

A zászlók helyett használhatjuk a készletben található kisebbik szivacsot is, ezt egy gumi segítségével könnyen a kiskocsira erősíthetjük, így a detektor már érzékelni tudja.



Mitev Ariel

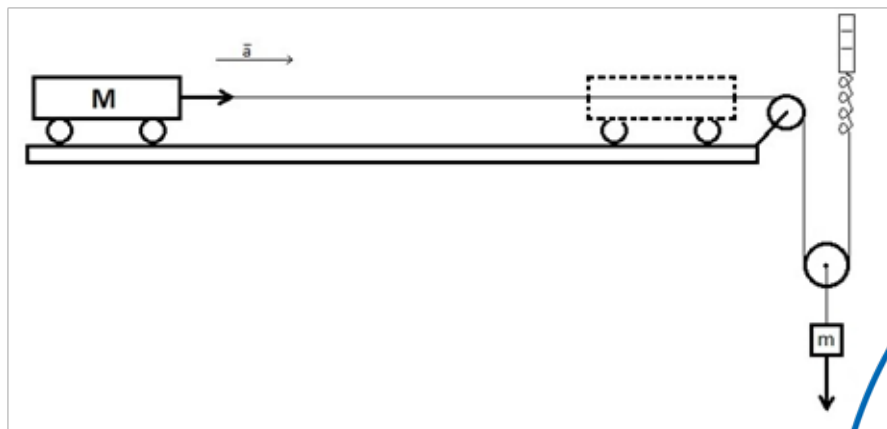
c) Végezzünk próbaméréseket! Keressünk akkora súlyt a köté végére, hogy a gyorsulás könnyen mérhető legyen! (A kiskocsinak nem muszáj a sínen futnia, az asztallapon is mozoghat, így megnövelhetjük a megtett utat, megkönnyíthetjük a mérést.)

Tapasztalat:

Minél nagyobb súlyt erősítünk a köté végére, a kiskocsi annál hamarabb teszi meg a kijelölt utat, és annál nagyobb lesz a végsebessége.

2. KÍSÉRLET: AZ EGYENLETES GYORSULÁS DINAMIKAI FELTÉTELE

a) A kísérleti összeállítás hasonló lesz az előzőhöz, de szükséged lesz most egy rugós erőmérőre és egy mozgó csigára is! A fonál föld felőli végét kösd a rugós erőmérőre, a mozgócsigát és az akasztható súlyt pedig helyezd el a képen látható módon!



SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYAEurópai Unió
Európai Szociális
Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. KÍSÉRLET: AZ EGYENLETES GYORSULÁS DINAMIKAI FELTÉTELE (folytatás)

b) Tartsd a kezekben az erőmérőt, engedd el a súlyt, és figyeld meg a rugós erőmérő által mért adatot, miközben a kiskocsi egyenletesen gyorsul!

Tapasztalat:

A rugós erőmérő mindvégig egyenlő nagyságú erőt mutat.

c) Mire következtetsz a megfigyelésed alapján? Milyen feltételeknek kell teljesülniük ahhoz, hogy egy test egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgást végezzen?

A testre ható erők eredőjének a nagysága legyen állandó és iránya a mozgás irányának egyenesébe essék.

3. KÍSÉRLET: SEBESSÉGMÉRÉS DETEKTORRAL

a) Mérjük le a kiskocsi sebességét az ultrahangos detektor segítségével!

Egy mérés időtartama igen rövid, így nem okoz gondot, hogy két detektorunk van csak. A kiértékelés folyamata lesz hosszabb, de ahhoz már nem kell a detektor. Az a tanulócsoporthoz, aki végzett a méréssel, kihúzza az adatgyűjtőből a mozgásérzékelőt, tud anélkül is tovább dolgozni.

b) Írd le a tapasztalataidat!

Tapasztalatok:

Az út-idő grafikon képe: egy egyenes állású parabola.

Ennek fizikai jelentése: a kiskocsi (egyes vonalon) egyenletesen gyorsuló mozgást végez, és gyorsulása pozitív.

c) Az adatbegyűjtő segítségével értékeld ki az adatokat!

• Állapítsd meg a maximális sebességet!

$v_{\max} = \dots\dots\dots \text{ m/s}$

Az adatbegyűjtőn, a mérés után a lehetőségek között szerepel a meredekség megadása. Ezt a gép automatikusan m/s-ban adja meg. A diák feladata, hogy megkeresse és lejegyezze a maximális értéket.

• Olvasd le a maximális sebességhez tartozó idő értéket!

$t = \dots\dots\dots \text{ s}$

• Az ismert adatokból számold ki a kiskocsi gyorsulását!

A gyorsulás a $a = \Delta v / \Delta t$ képletből számítható. $\Delta v = v_{\max}$ de Δt számításánál figyelniünk kell, hiszen lehet, hogy nem $t_0 = 0 \text{ s}$ -ban kezdődött a mozgás, így le kell még olvasnunk a grafikonról a t_0 időpillanatot is, majd a $\Delta t = t - t_0$ képlet segítségével kiszámolni az eltelt időt.

• Rajzold ki a géppel a sebesség-idő grafikont! Írd le a tapasztaltakat!

A kezdősebesség nulla, a maximális sebesség a már megállapított v_{\max} . Attól függően, hogyan végeztük a mérést, az első pár időpillanatban a sebesség nulla, majd egyenletesen változva éri el a maximális sebességet, végül a kiskocsi megáll. Tehát a grafikon három szakaszában először vízszintes egyenes, majd ferde egyenes, végül ismét vízszintes egyenes látható.

SZÉCHENYI 2020

4. KÍSÉRLET: GYORSULÁSMÉRÉS A LÉGPÁRNÁS SÍNEN

Az előző két kísérlet alatt szereljük fel a légpárnás sín végére a csigát, akasszunk súlyt a fonál végére, csatlakoztassuk a fotokapukat az időmérőhöz!

Fontos, hogy az összeállításnál az „A” fotokapun haladjon át először a lovas, ez indítja majd a mérést, fordítva nem működik. Ügyelni kell továbbá, hogy a „B” fotkapu ne kerüljön túl messzire az indítási ponttól, különben földet ér a súly, mielőtt a lovas áthaladna rajta, így nem lesz végig egyenletesen gyorsuló a mozgás.

a) Figyeld meg a kísérletet! Jegyezd fel a két fotokapun történő áthaladáshoz szükséges időt, és a fotocellák közötti út megtételéhez szükséges időt!

$$t_1 = \dots\dots\dots s; \quad t_2 = \dots\dots\dots s; \quad t_{1-2} = \dots\dots\dots s$$

b) Írd le a gyorsulás definícióját!

A gyorsulás megmutatja az egységnyi idő alatt bekövetkezett sebességváltozást.

c) Számold ki t_1 -ből és t_2 -ből a kiskocsi v_1 és v_2 sebességét! Számold ki a kiskocsi gyorsulását!

$$v_1 = \Delta l / t_1 = \dots\dots\dots$$

$$v_2 = \Delta l / t_2 = \dots\dots\dots$$

ahol Δl a zászló szélessége. Ebből:

$$a = \Delta v / \Delta t = \Delta v / t_{1-2} = \dots\dots\dots$$

SZÉCHENYI 2020

3. AZ EGYENLETES KÖRMOZGÁS



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

A körmozgás vizsgálatánál a kerületi sebesség/szögsebesség mérésénél nem emeljük ki, de nem pillanatnyi sebességekről van szó, hanem egységnyi időre vett átlagsebességről.



PEDAGÓGIAI CÉL

A körmozgással kapcsolatos jelenségek pontos megértése általában nem könnyű a tanulók számára. A lent elvégzett egyszerű kísérletek a szögsebesség, kerületi sebesség, szöggyorsulás fogalmait próbálják közelebb hozni a tanulókhoz.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Egyenes vonalú egyenletes mozgás. Sebesség, mint vektormennyiség. Gyorsulás definíciója.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- biciklikerek
- mérőszalag
- stroboszkóp
- fonál
- akasztható súlyok

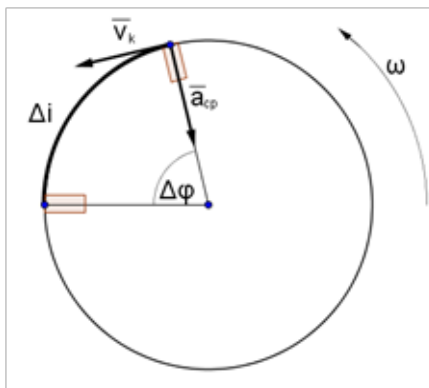
1. KÍSÉRLET: BICIKLIKEREK MOZGÁSA

a) Forgassátok meg a biciklikereket, és figyeld meg a kerék mozgását!

Milyen mozgást végez a kerék minden egyes pontja?

A biciklikerek úgy lett kialakítva, hogy nagyon kicsi legyen a súrlódása, így nagyon jó közelítéssel, megpörgetés után egyenletes körmozgást végez a kerék minden pontja.

b) Rajzold le vázlatosan a kísérleti összeállítást! Jelöld a szelep elfordulását, a szögsebességet, a kerületi sebességet, és a centripetális gyorsulást!



ábra: Gulyás Erzsébet

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1. KÍSÉRLET: BICIKLIKERÉK MOZGÁSA (folytatás)

c) A kerék mely pontjainak a legnagyobb a szögsebessége és miért?

A kerék minden pontjának azonos a szögsebessége, hiszen ugyanannyi idő alatt ugyanakkora a szögelfordulása. A szögsebesség definíciója pedig éppen:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

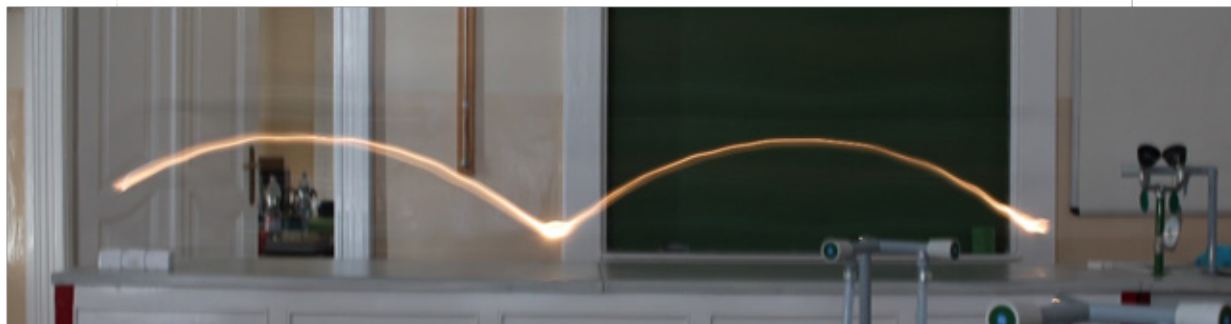
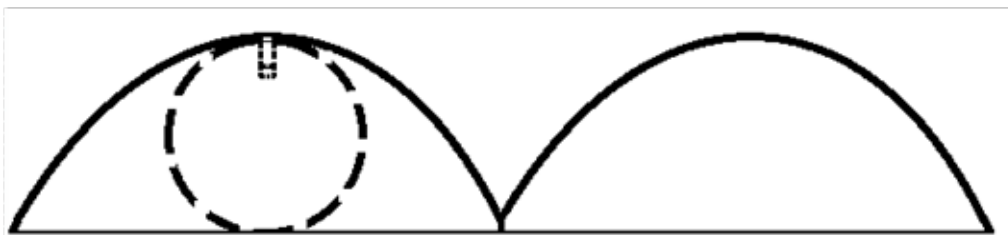
d) Milyen összefüggés van a kerületi sebesség és a szögsebesség között?

A szögsebesség és kerületi sebesség közötti kapcsolat szerint: $v_k = \omega \cdot r$

e) A kerék mely pontjainak a legnagyobb a kerületi sebessége, és miért?

Az előző válaszból következik, hogy azonos szögsebességek esetén azoknak a pontoknak nagyobb a kerületi sebessége, melyek nagyobb sugarú körpályán mozognak. Ez természetesen következik a kerületi sebesség definíciójából, és abból, hogy adott $\Delta\varphi$ elforduláshoz éppen $\Delta l = \Delta\varphi \cdot r$ ívhossz tartozik. Tehát ugyanannyi idő alatt, ugyanakkora szögelfordulás mellett a megtett út annál nagyobb, minél nagyobb a sugár. Tehát a kerületi sebesség a biciklikerék külső pontjain a legnagyobb.

f) Figyeld meg, és rajzold le a szelep mozgását a földhöz viszonyítva, ha a kerék az asztalon gördül!



Fotó: Mike Ariel

Elsötétített teremben hosszú záridő mellett készült a fénykép, mely jól mutatja a kerék egy pontjának mozgását. Ezt a fényképet a diákokkal is elkészíthetjük. Egy elemlámpát erősítettünk szigetelőszalaggal a küllők közé. A kísérleti összeállítás a következő fényképen látszik:



SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYAEurópai Unió
Európai Szociális
Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1. KÍSÉRLET: BICIKLIKERÉK MOZGÁSA (folytatás)

g) Mekkora a biciklikerék azon pontjának talajhoz viszonyított sebessége, mely éppen a talajjal érintkezik?

Ha a kerék nem csúszik meg, akkor a talajjal érintkező pont a földhöz képest nyugalomban van, sebessége nulla.

h) Mekkora a kerék legmagasabban lévő pontjának a földhöz viszonyított sebessége?

Éppen kétszerese a kerületi sebességnek.

2. KÍSÉRLET: STROBOSZKÓPOS KÍSÉRLET

a) Forgassuk meg ismét a biciklikereket, és kapcsoljuk be a stroboszkópot! Figyeljük meg, mit látunk a kerék mozgásából!

A kerékre a forgatás előtt tehetünk egy jelzést, aminek mozgását figyelhetjük, de vehetjük viszonyítási pontnak a tűszelepet is. Próbáljunk ki a stroboszkóppal többféle beállítást. Mutassuk meg milyen, ha előre látjuk forogni a szelepet, milyen, mikor visszafelé látjuk mozogni, és keressük meg azt a frekvenciát is, ahol egyhelyben látjuk állni a szelepet!

b) Mi az oka annak, hogy visszafelé láttuk mozogni a kerékszelepet?

A stroboszkóp felvillanási ideje alatt a kerék éppen annyit fordul, hogy valamennyi hiányzik még a teljes körbefordulásból (lehet, hogy többször is körbefordult közben, ez esetben az utolsó körbefordulásból hiányzik valamennyi). Ez azt jelenti, hogy villanásonként mindig kicsit „hátrébb” látjuk a szelepet, ezért tűnik úgy, mintha visszafelé forogna.

3. KÍSÉRLET: A KERÜLETI SEBESSÉG, ÉS A CENTRIPETÁLIS GYORSULÁS MEGHATÁROZÁSA

Keressük meg azt a frekvenciát, mikor éppen állni látjuk a biciklikereket, és egy felvillanás alatt egyet fordul a kerék! Jegyezzük fel a felvillanás frekvenciáját!

$$f = 1/s$$

Számoljuk ki a kerék körbefordulásának periódusidejét!

A stroboszkóp felvillanásához tartozó frekvencia éppen a kerék forgásának frekvenciájával egyezik meg, így a kerék forgásának periódusideje:

$$T = 1/f = s$$

A periódusidő ismeretében számoljuk ki a kerék szögsebességét!

$$\omega = \Delta \varphi / \Delta t = 2\pi / T$$

Mérd le, és jegyezd fel a kerék átmérőjét!

$$d = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

Számold ki a kerék sugarát!

$$r = d/2 = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

Mekkora volt a kerék kerületi sebessége?

$$v_k = \omega * r$$

Mekkora volt a kerék centripetális gyorsulása?

$$a_{cp} = v_k^2 / r = \dots\dots\dots$$

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

4. KÍSÉRLET: A KERÜLETI SEBESSÉG MEGHATÁROZÁSA II.

A következő kísérlethez szükség lesz fonálra, és akasztható súlyra, súlyokra. Tekerjük a fonalat az orsó köré, végére akasszunk súlyt. Ha a fonalat az orsóhoz kötjük, akkor megfigyelhetjük a kerék gyorsuló, majd lassuló mozgását. Ha nem rögzítjük a fonalat, akkor az egy ideig gyorsítja a kereket, majd, ha a fonál lecsúszott, megfigyelhetjük az egyenletes körmozgást. Én ez utóbbit részletezem lentebb.

a) A biciklikereken van egy kis orsó, azon feltekerve fonál, a fonál végén pedig egy test. Figyeld meg, mi történik, ha a testet elengedjük!

b) Milyen mozgást végez a biciklikerek?

A biciklikerek egyenletesen gyorsuló körmozgást végez, majd a fonál lehullását követően egyenletes körmozgást végez.

c) Mit mondhatunk az orsó külső pontjainak kerületi sebességéről?

Ugyanakkora, mint a lefelé mozgó súly sebessége.

d) Hogyan tudnád meghatározni ezekkel az eszközökkel a kerék külső peremének kerületi sebességét az egyenletes körmozgás alatt?

Egy lehetséges megoldás, ha lemérjük a lefelé mozgó test esési idejét (addig a pillanatig, amikor a fonál leszalad az orsóról) abból kiszámítjuk a sebességét. Ez éppen az orsó kerületi sebessége. Az orsó és a kerék sugarának ismeretében számítható a kerületi sebesség.

HÉTKÖZNAPI JELENSÉGEK

1. A stroboszkópos kísérlethez hasonló látványban lehet részed, ha helikopter/repülő rotorját, esetleg autó díszlámpáját figyeled meg induláskor. Magyarázd a jelenséget!

A szemünk másodpercenként meghatározott számú „képkockát” képes befogadni. Látásunk tehát nem folyamatos, hanem a valóságnak gyorsan pörgő képeit látjuk. A stroboszkópos kísérlethez hasonlóan előfordul, hogy két „képkocka” között a repülő rotorja majdnem teljesen körbefordul, így úgy tűnhet visszafelé mozdult el.

SZÉCHENYI 2020

4. A LENDÜLETMEGMARADÁS TÖRVÉNYE



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

A légpárnás sínen való vizsgálódás pontos méréseket tesz lehetővé. Lehetőségünk nyílik rá, hogy szemléletes módon bizonyítsuk a lendületmegmaradás törvényét.



PEDAGÓGIAI CÉL

A lendület, mint fizikai fogalom megértése, a sebesség fogalmától való elválasztása. Annak bemutatása, miért fontos tényező egy kölcsönhatásban a testek tömege is, az eddig vizsgált sebesség, gyorsulás mellett.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Egyenes vonalú egyenletes mozgás, lendület definíciója, jele, mértékegysége, számolási módja. Lendületmegmaradás törvénye.

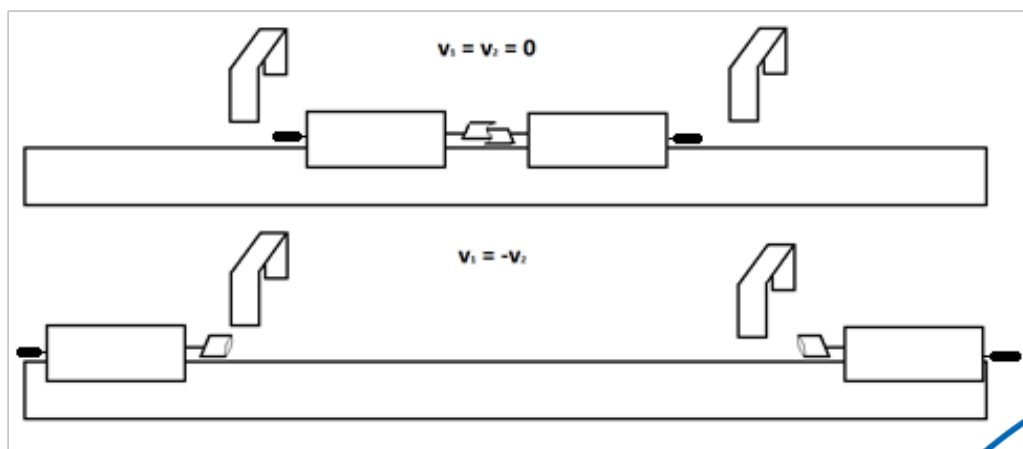
SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- légpárnás sín
- optokapuk
- digitális mérleg
- lovasok
- rugó

1. KÍSÉRLET: A LENDÜLET MEGMARADÁSA AZONOS TÖMEGEK ESETÉN

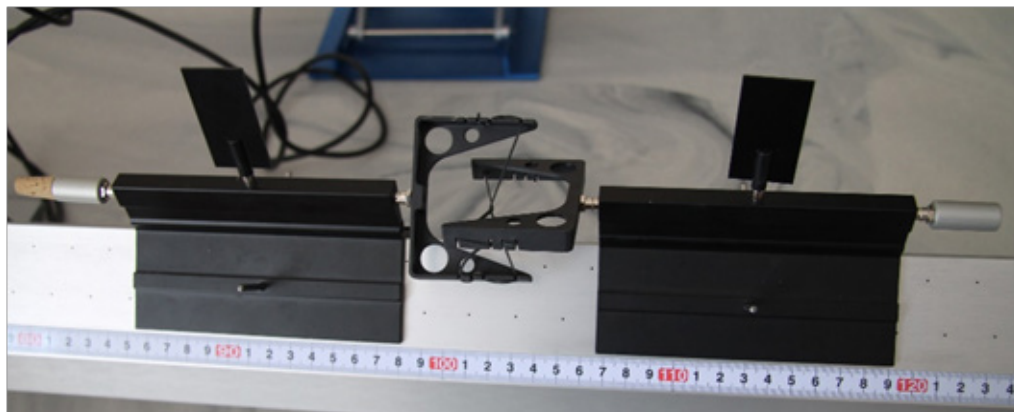
a) Rajzold le a kísérleti összeállítást!



Ennél a kísérletnél is ügyelni kell rá, hogy a lovasok ki legyenek egyensúlyozva. Egy lehetséges összeállítás:

SZÉCHENYI 2020

1. KÍSÉRLET: A LENDÜLET MEGMARADÁSA AZONOS TÖMEGEK ESETÉN *(folytatás)*



Fotó: Mike Ariel

A fotokapuk és a légpárnás sín alkalmazása elég nagy mérési pontosságot eredményez:



Fotó: Mike Ariel



Fotó: Mike Ariel

A két mért adat a zászlófotokapun való áthaladási idejét mutatja, mértékegysége milliszekundum.

b) Figyeld meg a kísérletet! Írd le a tapasztaltakat!

Tapasztalatok:

A két kiskocsi azonos sebességgel, ellentétes irányba indul el.

c) Mit mondhatunk a rendszer összes lendületéről a szétlökéssel, és a szétlökés után? Ne feledd, hogy a lendület is vektormennyiség!

Az összes lendületet a két lendületvektor összegéből számíthatjuk ki, a rendszer összes lendülete a szétlökés előtt nulla, hiszen mindkét lovas áll. Ugyanez mondható el a szétlökés után is, így ekkor a két lovas lendülete azonos nagyságú, de ellentétes irányú lesz.

d) Írd fel a rendszer lendületét a szétlökés előtt, majd írd fel a lendületmegmaradás törvényét! Fejezd ki az egyenletből a szétlökés utáni sebességek kapcsolatát!

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &= 0 \\ I_1' + I_2' &= I_1 + I_2 \\ &\downarrow \\ I_1' + I_2' &= 0 \\ M \cdot v_1 + M \cdot v_2 &= 0 \\ &\downarrow \\ v_1 &= -v_2 \end{aligned}$$

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap

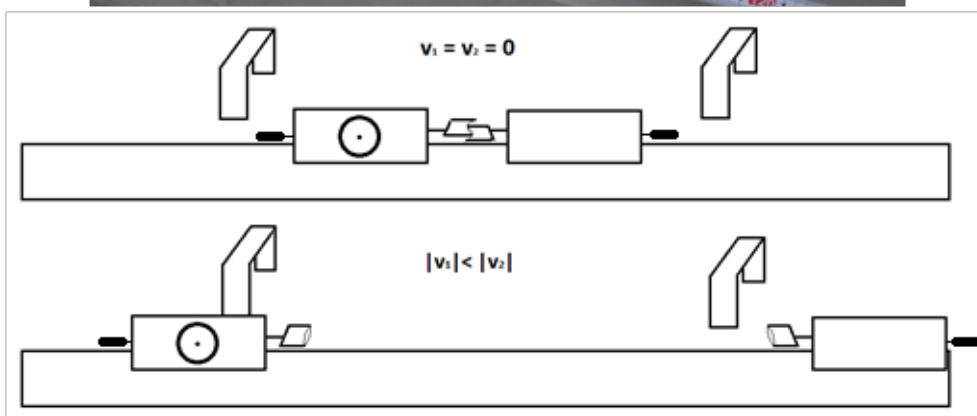
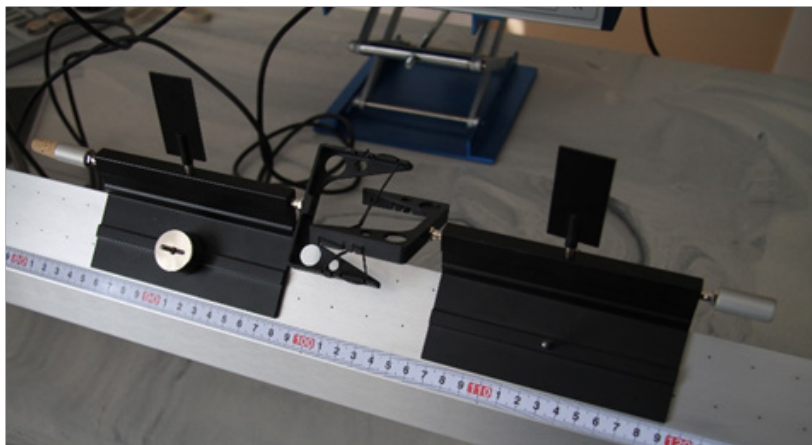


BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. KÍSÉRLET: DINAMIKUS TÖMEGMÉRÉS

A fenti szétlőkéses kísérlet segítségével, ha a súrlódási erő elhanyagolható, egy ismert tömegű test és a testek sebességének mérésével meghatározható a másik test tömege.

a) Rajzold le a kísérleti összeállítást!



b) Mérjük le a lovas tömegét!

$$m = \dots\dots\dots g$$

c) Figyeld meg a kísérletet! Írd le a tapasztaltakat!

Tapasztalatok:

A nagyobb tömegű kiskocsi kisebb sebességgel, ellentétes irányba indul el.

d) Miért indul a nehezebb lovas kisebb sebességgel az ellentétes irányba?

Newton III. törvénye szerint a két kocsi a rugó közvetítésével azonos nagyságú, de ellentétes irányú erő hat, azonos ideig. Felírva Newton II. törvényét kapjuk:

$$m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2$$

$$m_1 \cdot (\Delta v_1 / \Delta t) = m_2 \cdot (\Delta v_2 / \Delta t)$$

Tehát a nagyobb tömegű lovas gyorsulása kisebb, így azonos idő alatt kevesebbet változik a sebessége.

e) Írd fel a lovasok zászlóinak a fotocellákon való áthaladáshoz szükséges időket!

$$t_1 = \dots\dots\dots s; \quad t_2 = \dots\dots\dots s;$$

f) Számold ki a lovasok sebességét!

$$v_1 = \dots\dots\dots m/s; \quad v_2 = \dots\dots\dots m/s$$

2. KÍSÉRLET: DINAMIKUS TÖMEGMÉRÉS (folytatás)

g) Írd fel a rendszer lendületét a szétlökés előtt, majd írd fel a lendületmegmaradás törvényét! Fejezd ki az egyenletből a vashenger tömegét!

A rendszer lendülete a szétlökés előtt:

$$I_1 + I_2 = 0$$

A lendületmegmaradás törvénye szerint:

$$I_1' + I_2' = I_1 + I_2$$

Tehát a szétlökés utáni lendületösszeg:

↓

$$I_1' + I_2' = 0$$

Mivel az egyik lovas tömegét két vashengerrel növeltük, legyen ennek súlya $2M$.

A lendület definíciója szerint:

$$I = m \cdot v$$

Ezzel kifejezve a szétlökés utáni lendületeket:

$$m \cdot v_1 + (m + 2M) \cdot v_2 = 0$$

Ebből a vashenger tömege:

$$M = \frac{-\frac{(m \cdot v_1)}{v_2} - m}{2}$$

h) Mérjük meg a fémhenger tömegét mérleggel is! Hasonlítsuk össze a kapott eredményeket!

$$M_f = \dots\dots\dots g$$

FELADATOK, KÉRDÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

1. Miért végeztük a mérést légpárnás sínnel?

Hogy a súrlódási erőtlől eltekinthessünk.

2. Miért kellett a lovas mindkét oldalára súlyt tenni?

Hogy egyenletes legyen a terhelés. Ellenkező esetben a lovas elbillent volna, hozzáért volna a sínhez, jelentősen növelve ezzel a súrlódási erőt.

3. Hol, milyen körülmények között lehet hasznos a dinamikus tömegmérés

Olyan körülmények között, ahol a súlymérésen alapuló tömegmérés nem működik, pl.: súlytalanság állapotában.

4. A légpárnás sínen álló helyzetből szétlökünk két lovast. Mekkora lesz a két test egymáshoz viszonyított sebessége asztétlökés után a következő esetekben:

$$m_1 = 2m_2; m_1 = 3m_2; 2m_1 = 3m_2?$$

$$v_2 = 0.5v_1$$

$$v_2 = 1/3v_1$$

$$v_2 = 2/3v_1$$

SZÉCHENYI 2020

5. NEWTON II. TÖRVÉNYE



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



PEDAGÓGIAI CÉL

Egyszerű, hétköznapi jelenségek fizikai hátterének felismerése, megértése. Ezek a kísérletek, melyek nem igényelnek ez eddig tanult ismeretanyagnál többet, alkalmasak arra, hogy a diákok egy fajta fizikai szemléletet sajátítsanak el. A feladatlapon szereplő kérdések segítséget nyújtanak nekik, hogy ők is kérdezzenek rá a mindennapok során a jelenségek magyarázataira.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás. Erő, mint vektormennyiség, Newton II. törvénye. Nehézségi gyorsulás fogalma és számítási módja. Különbség a tömeg és a súly között.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- sínprofil
- csiga
- stopperóra
- kiskocsi
- tartóvilla
- akasztható súlykészlet
- rugós erőmérő
- fonál
- szorítógyűrű (4 db)
- fémtengely

1. KÍSÉRLET: A GYORSÍTÓ-ERŐ

a) Rajzold le az vázlatosan a kísérleti berendezést! Legyen a kiskocsi tömege: M , a függő súly tömege: m !

A kísérleti összeállítást a következő kép mutatja:

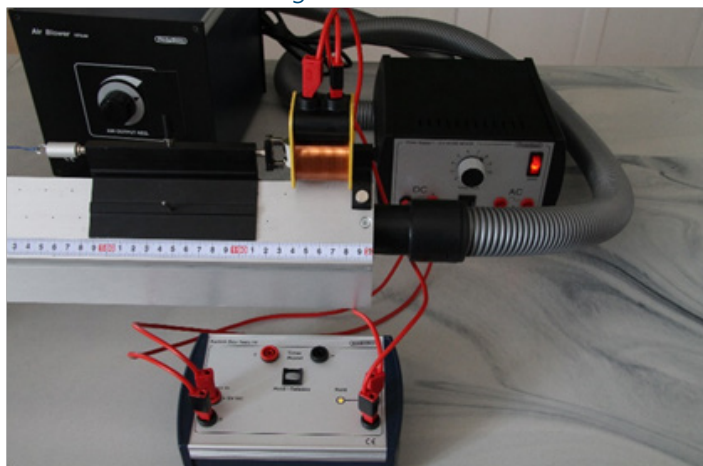


Fotó: Mike Ariel

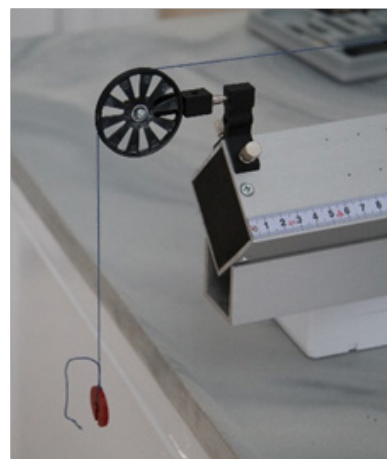
SZÉCHENYI 2020

1. KÍSÉRLET: A GYORSÍTÓ-ERŐ (folytatás)

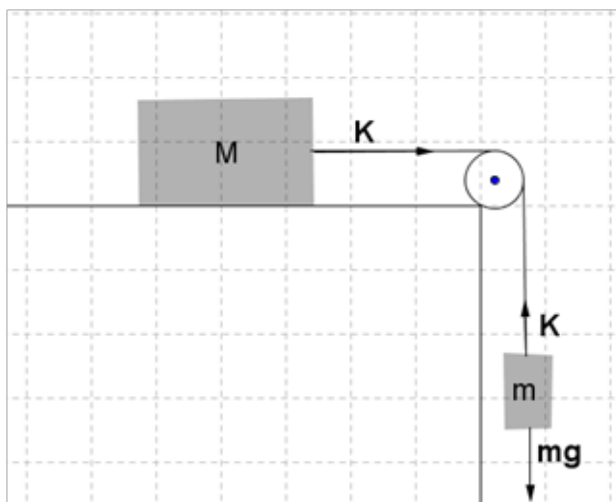
Az indítószerkezetet és a csigát közelebbről a következő két kép mutatja:



Fotó: Mike Ariel



Fotó: Mike Ariel



ábra: Gulyás Erzsébet

b) Figyeld meg a kísérletet! Miért gyorsul a kiskocsi?

A kiskocsit a hozzáerősített madzag gyorsítja, amit pedig a fonál másik végén függő súly gyorsít. A függő test gyorsulásáért a Föld gravitációs vonzóereje és a kiskocsi által kifejtett gátló erő együttesen felelős. Ha a két testből álló rendszer mozgását együtt vizsgáljuk, elmondható, hogy az mg nagyságú nehézségi erő egy $m+M$ tömegű „testet” gyorsít.

c) Írd fel a Newton II. törvényéhez tartozó egyenletet!

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

d) Mérd meg rugós erőmérővel a fonálra akasztott test súlyát!

$$G_t = \dots\dots\dots N$$

e) Add meg a test tömegét is!

$$m = G/g = kg$$

f) Mérd meg a rugós erőmérővel a kiskocsi súlyát is, számold ki annak tömegét!

$$G_k = \dots\dots\dots N$$

$$M = G_k/g = kg$$

1. KÍSÉRLET: A GYORSÍTÓ-ERŐ (folytatás)

A kiskocsira ható gyorsító-erő (K) és Newton II. törvényének ismeretében fejezd ki a rendszer gyorsulását!

$$F_{gy} = K \text{ (} K \text{ a kötélen ébredő erő)}$$

$$M \cdot a = K, \text{ A kocsit a kötélerő gyorsítja.}$$

A felasztott testre felírva Newton II. törvényét:

$$m \cdot g - K = m \cdot a$$

↓

Az egyenletrendszerből:

$$m \cdot g = (m + M) \cdot a$$

Ez tökéletesen megfelel annak, hogy a rendszer $m + M$ tömegét $m \cdot g$ erő gyorsítja

$$a = \frac{m \cdot g}{M + m}$$

g) Akassz rugós erőmérőt a kiskocsi hátuljába, és figyeld meg, mekkora erővel tudod tartani! Írd le a tapasztaltakat! Milyen következtetést tudsz levonni a kötélen terjedő erőről?

A tartóerő közel azonos a függő test súlyával. A különbség a tapadási súrlódási erőből, a csiga belső súrlódásából következik.

Következtetés:

A kötélen minden pontjában azonos nagyságú erő ébred, így a két végpontjában a húzóerő is azonos (az erő iránya azonban megváltozik!).

2. KÍSÉRLET: GYORSULÁSI IDŐ MÉRÉSE

Szereld rá a műanyagsínre a fémtengely és szorítógyűrűk segítségével a csigát, és helyezd az egész rendszert az asztal szélére vízszintesen úgy, hogy a csiga szabadon foroghasson! A kiskocsira szereld rá a tartóvillát! A fonál egyik végét kösd a villára, a másik végére köss súlyt, majd vedd át a fonalat a csigán!

a) Mérd meg és jegyezd fel az út hosszát!

Ha rövidnek bizonyul a műanyagsín hossza, használhatjuk az egész asztalt futó felületként, ez esetben hosszabb zsinórt kell vágni, de ez esetben sem lehet az út hossza több, mint a függő súly földtől való távolsága!

$$s = \dots\dots\dots \text{ cm}$$

b) Mérd le háromszor, mennyi idő alatt teszi meg a kiskocsi az utat!

$$t_1 = \dots\dots\dots \text{ s}; t_2 = \dots\dots\dots \text{ s}; t_3 = \dots\dots\dots \text{ s}$$

c) Átlagold a mért időeredményeket!

$$t_{\text{átl}} = \dots\dots\dots \text{ s}$$

Az idők átlagát a következő képletből kapjuk:

$$\frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$$

d) Számold ki a kiskocsi gyorsulását az $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$ képlet segítségével!

A képlet átrendezése után kapjuk: $a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. KÍSÉRLET: GYORSULÁSI IDŐ MÉRÉSE (folytatás)

e) Számold ki a kiskocsi gyorsulását a fent meghatározott $a = \frac{m \cdot g}{M + m}$ összefüggés segítségével is!

$a_{\text{elméleti}} =$

f) Miből adódik a különbség a számolt és a mért adatok között?

Az időmérés pontatlanságából, illetve abból, hogy elhanyagoltuk a súrlódási erő nagyságát.

3. KÍSÉRLET: GYORSULÁS MÉRÉSE NAGYOBB TÖMEG ESETÉN

a) Rakj ismeretlen tömegű testet a kiskocsiba, a fonálon függő súlyt hagyd változatlanul!

b) Mérd le háromszor, mennyi idő alatt teszi meg a kiskocsi az utat!

$$t_1 = \dots\dots\dots s; t_2 = \dots\dots\dots s; t_3 = \dots\dots\dots s$$

c) Átlagold a mért időeredményeket!

$$t_{\text{átl.}} = \dots\dots\dots s$$

d) Számold ki a kiskocsi gyorsulását a négyzetes úttörvény segítségével!

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} \rightarrow a = \dots\dots\dots$$

e) A mért és számolt adatok segítségével határozd meg a kiskocsiba helyezett test tömegét!

$$(M + m + m') \cdot a = m \cdot g$$

Ezt átrendezve megkaphatjuk a kiskocsi és a test együttes tömegét:

$$M + m + m' = (m \cdot g) / a$$

Az együttes tömegből levonva a kiskocsi és a gyorsító test tömegét, megkaphatjuk a plusz súly tömegét.

f) Ellenőrizd számításod! Mérd meg a rugós erőmérővel a kiskocsiban lévő test súlyát, állapítsd meg tömegét!

$$G'_t = \dots\dots\dots; m'_{\text{mért}} = \dots\dots\dots$$

FELADATOK, KÉRDÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

1) Számold ki a terheletlen kiskocsi maximális sebességét!

$$a = \Delta v / \Delta t \rightarrow \Delta v = a \cdot \Delta t$$

2) Rajzold fel a mozgáshoz tartozó sebesség-idő grafikont!

3) Hogyan számítható a grafikon alapján a megtett út?

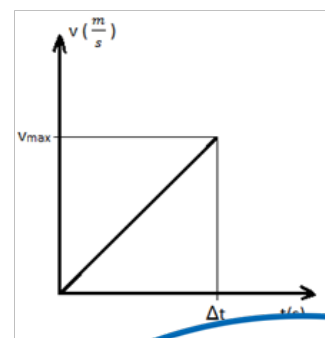
A megtett út számértéke éppen a grafikon alatti terület számértékével egyezik meg.

4) Hasonlítsd össze a mért és számolt gyorsulási értéket! Add meg az eltérést!

$$|a_{\text{mért}} - a_{\text{számolt}}| = \dots\dots\dots m/s$$

5) A második kísérlet adataiból számítsd ki a nehézségi gyorsulás értékét!

$$g = ((M + m) \cdot a) / m$$



SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

6. AZ EJTŐGÉP



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

Az Atwood-féle ejtőgép és a gyorsulásmérő szenzor nagyon pontos mérést tesz lehetővé, de nem alkalmas tanulói kísérletre, mert csak egy eszközünk van. A tanulóknál lévő csiga és állvány viszont elegendő hozzá, hogy a tanulók tapasztalatokat szerezzenek, és kialakítsák és rendezzék magukban az erővel kapcsolatos fogalmakat.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Newton első négy törvénye. Az erővel kapcsolatos fogalmak, azok jelölése, mértékegysége, az azokhoz tartozó matematikai összefüggések.

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

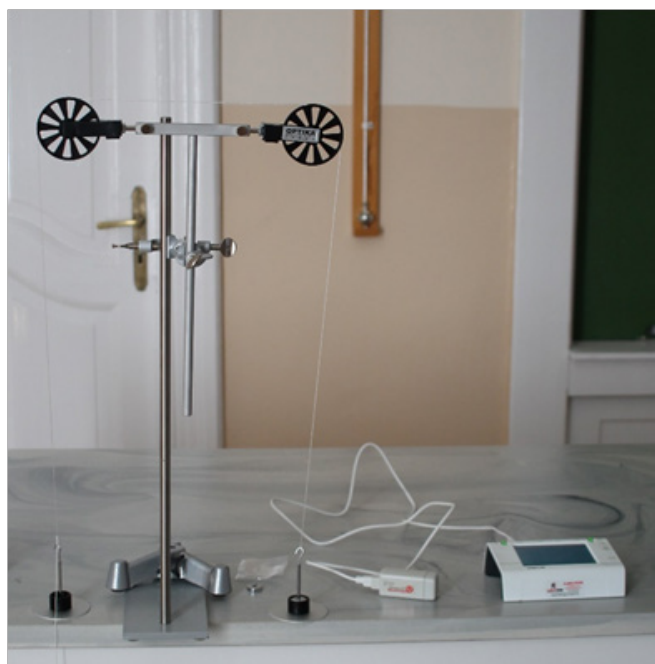
- Atwood-féle ejtőgép
- stopperóra
- réselt súlykészlet
- CE-ESV adatbegyűjtő
- gyorsulásérzékelő szenzor

FIZIKA ALAPJAI CSOMAG MECHANIKA RÉSZE

- sínprofil
- állványtalp a sínprofil felállításához
- csiga
- akasztható súlyok
- fémtengely
- 3 db szorítógyűrű
- zsinór

1. KÍSÉRLET: A JELENSÉG MEGFIGYELÉSE

A kísérleti elrendezés képe:



Fotó: Mike Ariel

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

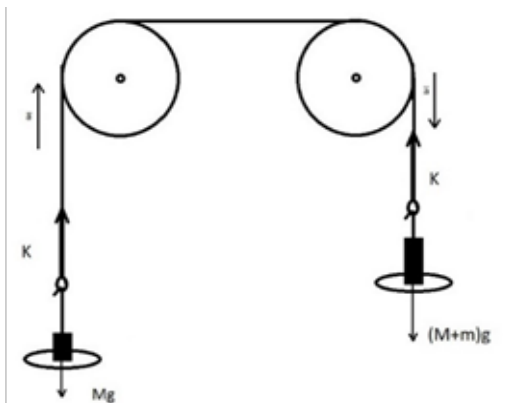
Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1. KÍSÉRLET: A JELENSÉG MEGFIGYELÉSE (folytatás)

a) Rajzold le vázlatosan a kísérleti berendezést! Jelöld a testekre ható erőket, és a gyorsulás irányát!



b) Figyeld meg a kísérletet! Válaszold meg a következő kérdéseket!

• Mikor, és miért mozognak a testek?

Akkor mozognak, ha volt kezdősebességük, vagy, ha a serpenyőkben lévő testek tömege eltérő. Azért mozognak, mert az eltérő tömegekből eltérő súlyerők származnak, így az eredő erő nem lesz nulla.

• Milyen mozgást végeznek a csiga két oldalán a testek?

Különböző tömegek esetén egyenes vonalú egyenletesen változó mozgást, azonos tömegek esetén egyenes vonalú egyenletes mozgást.

• Melyik testnek nagyobb a gyorsulása, a sebessége, melyik oldalon tesz meg a test nagyobb utat?

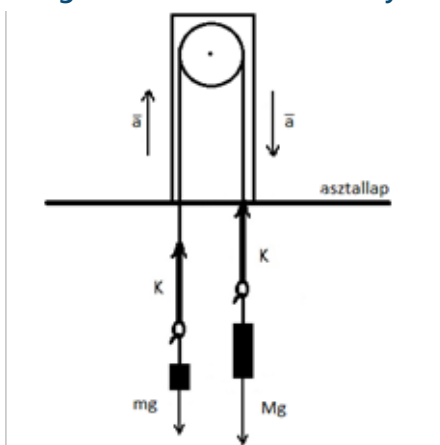
A testek gyorsulása ellentétes irányú, de egyenlő nagyságú, mindkét oldalon ugyanakkora utat tesznek meg a testek.

2. KÍSÉRLET: A TESTEK GYORSULÁSA

a) Állíts össze az előtted lévő eszközökből ejtőgépet! A fémtengely segítségével helyezd a csigát az állványra. Vess át fonalat a csigán, és a fonál végeire köss különböző súlyokat az akasztható súlykészletből.

$m_1 = \dots\dots\dots$; $m_2 = \dots\dots\dots$

b) Rajzold le a kísérleti összeállítást!



c) Helyezd az állványt az asztal szélére úgy, hogy a súlyok egészen a földre tudjanak mozogni!

d) Mérd meg az „esés” idejét stopperórával háromszor egymás után!

$t_1 = \dots\dots\dots$ s ; $t_2 = \dots\dots\dots$ s ; $t_3 = \dots\dots\dots$ s

Végeztessük el a mérést háromszor egymás után. A lehető legtöbb diák kezébe adjunk stopperórát, végezzék el egyszerre a mérést. A kapott adatokat jegyezzék fel.

2. KÍSÉRLET: A TESTEK GYORSULÁSA (folytatás)

e) Hasonlítsd össze a három mérésed eredményét, majd hasonlítsd össze eredményeidet diáktársaidal is! Írd le a tapasztaltakat!

Tapasztalatok:

A mérések között elég nagy eltérések lehetnek. Saját méréseink is mutatják már az eljárás pontatlanságát, de a többiekkel való egyeztetés még inkább rávilágít a hibára.

f) Fogalmazd meg, miből adódhat a pontatlanság!

A pontatlanság a reakcióidőkből adódik, ami egyéenként változó, de még egyénre nézve is különbségek figyelhetők meg a koncentráltól függően. Ezen kívül nem vettük figyelembe a csigák súrlódását és tehetlenségi nyomatékát.

g) Akassz most a fonál mindkét végére még egyszer annyi súlyt, mind eddig volt! Mit gondolsz, hogyan fog változni az esési idő?

Az a sejtésünk, hogy az esési idő nem fog megváltozni.

h) Mérd le így is az esés idejét!

$$t_1 = \dots\dots\dots s; t_2 = \dots\dots\dots s; t_3 = \dots\dots\dots s$$

i) Írd fel a dinamika alapegyenletét mindkét oldalra!

A felfelé mozgó oldalra: $m_f \cdot a = K - m_f \cdot g$

A lefelé mozgó oldalra: $m_l \cdot a = m_l \cdot g - K$

j) Fejezd ki a felírt egyenletekből a rendszer gyorsulását!

$$a = \frac{(m_l - m_f) \cdot g}{m_l + m_f}$$

k) Indokold a matematikai formulával a sejtés helyességét, miszerint az esési idő nem változott!

$$a = \frac{(2m_l - 2m_f) \cdot g}{2m_l + 2m_f} = \frac{2 \cdot (m_l - m_f) \cdot g}{2 \cdot (m_l + m_f)} = \frac{(m_l - m_f) \cdot g}{m_l + m_f}$$

Mivel a megtett út és a gyorsulás nem változott, így az esési idő sem.

3. KÍSÉRLET: AZ ATWOOD-FÉLE EJTŐGÉP

a) Mérjük meg testek gyorsulását az Atwood-féle ejtőgép segítségével is!

Csatlakoztassuk gyorsulásérzékelő szenzort a CE-ESV adatbegyűjtőhöz, és mérjük meg az eső test sebességét. Végezzünk több mérést, mérjünk különböző gyorsulásokat! Rajzoltassuk ki a géppel a sebesség-idő grafikonokat! Vetítsük is ki a digitális táblára a grafikon!

Fontos, hogy az eszköz használatánál meg kell fogni a zsinórt, mielőtt a felfelé mozgó tálca a csigának ütközne, hogy kárt ne tegyen benne.

Egy mérési eredményt a következő kép mutat:

3. KÍSÉRLET: AZ ATWOOD-FÉLE EJTŐGÉP (folytatás)

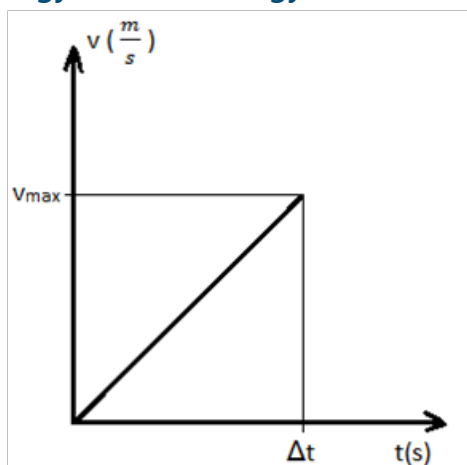


Fotó: Mike Ariel

A mérőberendezéshez tartozó szenzort a mérés során nem tettem a rendszer részévé, hanem az ejtőgép mozgását követtem le vele. A szenzort kézben tartottam, és igyekeztem minél pontosabban követni a tálca mozgását. Az egyenletes gyorsulás nagyon szépen látszik a grafikonon.

Ügyelni kell még rá, hogy a szenzor nem m/s^2 -ben adja meg a gyorsulást, hanem „g”-ben, a gravitációs gyorsuláshoz viszonyított mértékegységben. Tehát a képen látható 0.57 g gyorsulás a gravitációs gyorsulás 0.57-szeresét jelenti.

b) A táblán lévő grafikonok alapján készítsd el te is a második kísérlethez tartozó sebesség idő grafikon! Mit mondhatunk el általánosságban egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás esetén a sebesség-idő grafikonról?



A sebesség idő grafikon képe egy olyan egyenes, melynek meredeksége mutatja a test gyorsulását.

c) Mit gondolsz, ha kétszer akkora a gyorsító erő, akkor kétszer akkora gyorsulással mozognak majd a testek?

Nem, hiszen az erő az egységnyi idő alatt vett lendületváltozás. Kétszer akkora erő kétszer akkora lendületváltozás, de ez nem feltétlenül jelent kétszer akkora sebességváltozást is, hiszen a tömegek megváltoztak!

Másik oldalról közelítve, Newton II. törvénye kimondja: $F = m \cdot a$. Tehát a gyorsító erő csak akkor egyenesen arányos a tömeggel, ha a tömeg állandó.

SZÉCHENYI 2020

FELADATOK, KÉRDÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

1) Mekkora a nehézségi gyorsulás értéke a Földön?

A nehézségi gyorsulás értéke körülbelül $9,8 \text{ m/s}^2$ de a feladatokban 10 m/s^2 -tel számolunk.

2) A Föld minden pontján ugyanakkora a nehézségi gyorsulás értéke? Mitől függ?

Nem ugyanakkora mindenhol, a Föld középpontjától való távolságtól függ.

3) Mekkora erő hat egy állócsigán átvetett fonálra, ha az egyik oldalára 30g-os súlyt, a másik oldalára 60g-os súlyt akasztunk?

$$a = 3,33 \text{ m/s}^2 \quad K = m_l \cdot (g - a) = 4 \text{ N}$$

4) Mekkora erő hatna a fenti esetben az Atwood-féle ejtőgép csigáira összesen, és egyenként?

Mivel a kötélerő mindenhol ugyanakkora, így a két csigára ugyanakkora, erő hat.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja
TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014

7. AZ ERŐK ÖSSZEGZŐDÉSE NEWTON III. ÉS IV. TÖRVÉNYE



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



PEDAGÓGIAI CÉL

A foglalkozás célja, hogy a diákok tapasztalati úton szerezzenek bizonyosságot Newton III. és IV. törvényéről, illetve lássanak példát matematikai apparátusok gyakorlati felhasználására.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Newton törvények. Vektorok és vektorműveletek.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- 3 db rugós erőmérő (legalább kétféle mérés-határral)
- akasztható súlykészlet
- kiskocsik
- sínpálya
- fonál
- szögmérő (vagy körző)

1. KÍSÉRLET: ERŐ - ELLENERŐ

a) Vegyél két, különböző méréshatárú rugós erőmérőt a kezedbe, akaszd össze, és húzd szét őket!

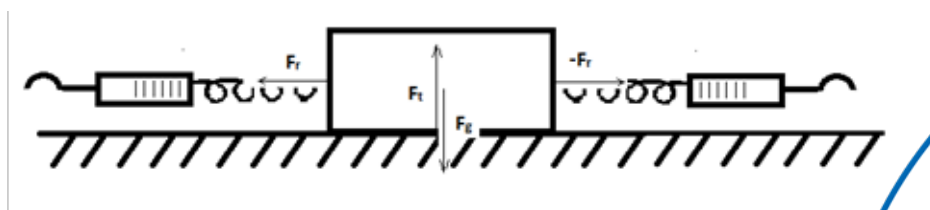
Olvasd le a két erőmérő által mutatott adatot, írd le a tapasztaltakat! A mért erők egyenlők?

Bár a két rugós erőmérő nem ugyanannyira nyúlik meg, mégis ugyanazt a nagyságú erőt mutatja, ám az erők mégsem egyenlők, hiszen az erő vektormennyiség, így nem csak nagysága, de iránya is van. Tehát a két erő egyenlő nagyságú és ellentétes irányú, hatásvonaluk közös. Az egyik erő az egyik testre, a másik erő a másik testre hat. Az ilyen erőpárt hívjuk erő-ellenerő párnak, ilyen erőkről szól Newton III. törvénye.

b) Tegyél az asztalra egy súlyt, akassz bele két rugós erőmérőt, és húzd őket ellentétes irányba. Mit tapasztalsz? Mekkora erőt mutatnak az erőmérők?

Az erőmérők azonos erőt mutatnak. Erőhatás van, elmozdulás mégisincs! Amekkora erővel húzza az egyik erőmérő a testet, a másik éppen akkorával tartja. Fontos megjegyezni, hogy jelen esetben a két erő nem erő-ellenerő pár, mert egy testre hatnak.

c) Rajzold le a testet, és a testre ható erőket!



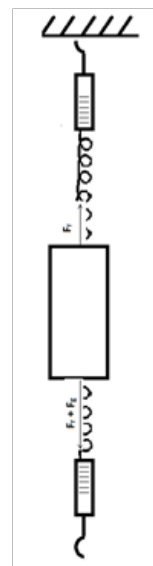
SZÉCHENYI 2020

1. KÍSÉRLET: ERŐ - ELLENERŐ (folytatás)

d) Végezd el a kísérletet függőleges helyzetben is! Az egyik erőmérőt tartsd függőleges helyzetben, akaszd rá a súlyt, majd az egész rendszert kezd el lefelé húzni egy másik erőmérő segítségével! Mit tapasztalsz?

Most is nyugalomban marad a test, de a két erőmérő különböző erőt mutat! A felső erőmérő nagyobb erőt jelez, hiszen a test és az alsó erőmérő súlyának és a húzóerőnek az összegét mutatja.

e) Rajzold le a kísérletet, és jelöld a testre ható erőket!



2. KÍSÉRLET: AZ EREDŐ ERŐ

a) Végezz az előzőekhez hasonló kísérletet! Akassz két rugós erőmérőt egy súlyra, emeld fel a levegőbe, és próbáld széthúzni úgy az erőmérőket, hogy a rugók vízszintesen álljanak! (Közben ügyelj rá fokozottan, hogy ne terheld túl a rugókat!)

Írd le a tapasztaltakat!

Tapasztalat:

Bármennyire is húzzuk két irányba a két erőmérőt, nem tudjuk vízszintes helyzetbe hozni.

Magyarázat:

A gravitációs vonzóerő függőleges irányú, így ahhoz, hogy nyugalomban tudjuk tartani a testet, függőleges irányú tartóerőre van szükség. A vízszintes irányú erőknek pedig nincs függőleges komponensük, így csak vízszintes irányú erőkkel lehetetlen tartani a testet.

b) Helyezz egy kiskocsit a műanyag pályájára, majd akassz be a végébe egy rugós erőmérőt. Lassan kezd el emelni a pályát, és tartsd úgy az erőmérőt, hogy a kiskocsi nyugalomban maradjon! Végezd a kísérletet 90°-os dőlésszögig! Írd le a tapasztalataidat!

Ahogy nő a dőlésszög, a rugós erőmérő egyre nagyobb erőt jelez. 90°-nál a kocsi teljes mértékben az erőmérőn függ, így a mutatott erő éppen a kiskocsi súlyának felel meg.

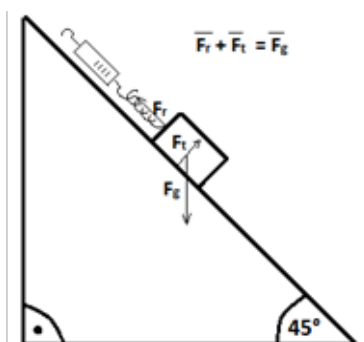
c) Írd fel a kocsi súlyát!

$$F = \dots\dots\dots N$$

d) Tartsd a lejtőt éppen 45°-os szögben. Ehhez segítséget nyújthat a szögmérő, de egy rajzlapon is hamar megszerkeszthetjük a szöget. Mérjük meg, hogy mekkora erőt mutat ebben az esetben a rugós erőmérő!

$$F_{45^\circ} = F/\sqrt{2} = N$$

e) Rajzold fel a lejtőt, a kiskocsit, és a kiskocsira ható erőket!



SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

2. KÍSÉRLET: AZ EREDŐ ERŐ (folytatás)

f) Számold ki, hogy a 45° -os szöghöz tartozó erő hányad része a kiskocsi súlyának!

$$F_{45^\circ}/F = 1/\sqrt{2} = \sqrt{2}/2$$

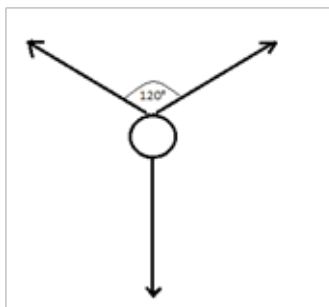
g) Számolj utána!

Számítsd ki, 45° -os szög esetén a nehézségi erő hányadrésze terheli a felfüggesztést, hányad része a felületre merőleges nyomóerő!

45° -os szög esetén a vektorok egyenlő szárú, derékszögű háromszöget alkotnak. Ez éppen egy négyzetnek a fele, melynek átlója a nehézségi erő, így a háromszög oldalai $(m \cdot g)/\sqrt{2}$ hosszúságúak. Az egyik oldal éppen a felületre merőleges nyomóerő.

3. KÍSÉRLET: AZ EREDŐ ERŐ II.

a) Akassz egy karikába három rugós erőmérőt! Fektesd az egész rendszert egy vízszintes, sík felületre (pl.:asztallap) a rajz szerint! Kezdjétek el húzni az erőmérőket úgy, hogy a karika ne mozduljon el, és az erőmérők által bezárt szög ne változzék!

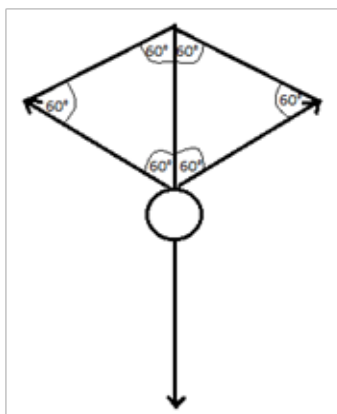


b) Ha a rajzon jelölt erőmérő 5 N erőt jelez, mennyit jelez a másik két erőmérő?

$$F_1 = \dots\dots\dots N; F_2 = \dots\dots\dots N$$

c) Hitelesítsd az erőmérőket! Számold ki, a fenti elrendezés mellett mekkora erőt kell, mutasson a két erőmérő!

A fenti vektorokat összeadva a paralelogramma módszerrel a következő ábrát kapjuk:



Ebből látszik, hogy a felfelé mutató erő éppen az oldalra mutató erőkkel egyezik meg, Tehát mindhárom erőmérő azonos erőt kell, hogy mutasson.

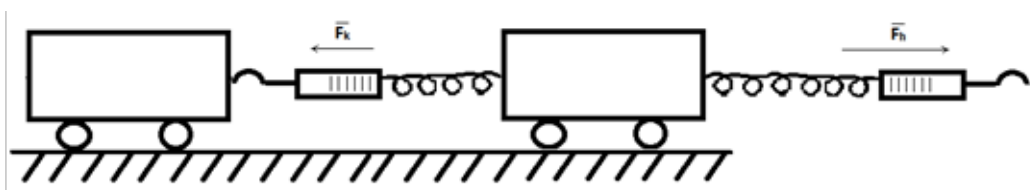
4. KÍSÉRLET: UTÁNFUTÓ VONTATÁSA

Kapcsolj össze rugós erőmérővel két kiskocsit! A hátsó lehet például egy segítségre szoruló autó, az első pedig a vontató jármű. Tegyél a kiskocsikra tetszőleges súlyokat! Az első kiskocsiba akassz bele egy rugós erőmérőt! Mozgasd úgy a kiskocsikat, hogy nagyjából egyenes vonalú, egyenletes mozgást végezzenek!

a) A kísérlet során az elől lévő rugós erőmérő erőit jelez! Miért kell erőit kifejezteni, ha egyenes vonalú, egyenletes mozgást végeznek a testek, tehát nem gyorsulnak?

A kiskocsikat folyamatosan lassítja a súrlódási erő. Ezt az erőt egyenlíti ki az erőmérő által jelzett húzóerő.

b) Rajzold le a kísérleti összeállítást!



c) Figyeld meg, hogy a két kiskocsi között mekkora erő hat! Nevezzük ezt az erőt kötél erőnek, hiszen általában vontatókötéllel húzzák az autókat! Írd le tapasztalataidat, magyarázd a jelenséget!

Tapasztalat:

A kötél erő kisebb a húzóerőnél.

Magyarázat:

A húzóerőnek mindkét kiskocsi súrlódási erejét le kell győznie, míg a kötél erőnek elegendő a vontatott kiskocsi fékező erejével egyenértékűnek lenni.

FELADATOK, KÉRDÉSEK

1. Bármilyen erős kötelet is választunk szárítókötél gyanánt, bármennyire is megfeszítjük, ruháink teregetésekor a kötélnak lesz valamekkora belógása. Miért?

A magyarázat ugyanaz, mint a 2. a) kísérletnél.

2. A helikoptereknek nem elég egy rotor. Miért kell a helikopterek farkára egy függőleges állású rotort is szerelni?

A helikopter motorja erővel hat a rotorra, de a rotor éppen ennek ellenerejével hat a motorra. Így a motor forgatóerejének ellenereje éppen a helikoptert igyekszik elforgatni.

SZÉCHENYI 2020

8. RUGÓ MEGNYÚLÁSA, TAPADÁSI SÚRLÓDÁS



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

Amikor tapadási súrlódási erőről beszélünk, általában annak maximumára gondolunk, hiszen ez az adat adja meg, mekkora erő szükséges egy test elmozdításához. Valójában azonban a tapadási súrlódási erő mindig akkora, hogy a testre ható erők eredője éppen nulla legyen (amennyiben a test nem mozdul).



PEDAGÓGIAI CÉL

A Rugók megnyúlására vonatkozó tétel tapasztalati úton való bizonyítása. A súrlódásról alkotott kép bővítése.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Newton első négy törvénye, vektorműveletek.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- csavarrugó készlet
- rugós erőmérő
- akasztható súlykészlet
- súrlódópárna
- sínprofil
- vonalzó
- szögmérő

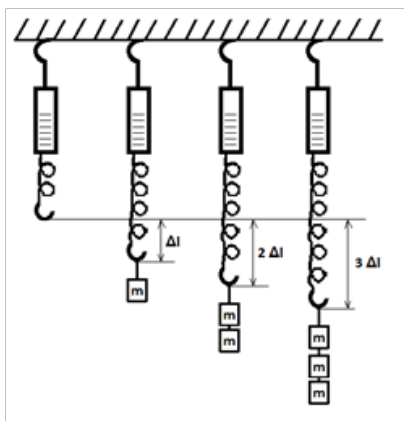
1. KÍSÉRLET: RUGÓÁLLANDÓ MEGHATÁROZÁSA

a) Akassz „M” tömegű testet a rugós erőmérő végére, és figyeld meg a rugó megnyúlását! Ezután akassz „2M”, majd „3M” tömegű testet a rugós erőmérőre. Írd le a tapasztaltakat!

Tapasztalat:

Kétszeres tömeg esetén a megnyúlás is kétszeres, még háromszoros tömeg esetén a megnyúlás is háromszoros.

b) Rajzold le a kísérleti összeállítást és jelöld a tapasztaltakat!



SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1. KÍSÉRLET: RUGÓÁLLANDÓ MEGHATÁROZÁSA (folytatás)

c) Mit sejtünk, mi következik a mért adatokból? Milyen összefüggés van a rugó megnyúlása, és a ráakasztott súly nagysága között?

A rugó megnyúlása és a megnyúlást létrehozó erőhatás között egyenes arányosság áll fent.

d) Végezzük el ugyanezt a kísérletet olyan rugós erőmérővel is, melynek más a mérési tartománya! Mit tapasztalunk?

Nagyobb mérési tartományú rugók általában „erősebbek”, tehát ugyanakkora erő kisebb megnyúlást eredményez, de az egyenes arányosság itt is fennáll.

Mitől függhet a rugó megnyúlása az erőhatáson kívül?

A megnyúlás függ még az anyagi minőségtől, vastagságától, és a rugó alakjától.

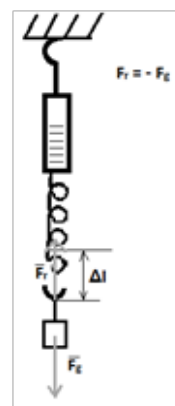
e) A sejtésnek megfelelően a rugalmas erő nagysága egyenesen arányos a hosszváltozással. Kettejük kapcsolatát a következő egyenlet fejezi ki:

$$F_r = -D \cdot \Delta l$$

f) Határozzuk meg egy rugó direkciós állandóját (rugóállandóját)!

Akassz ismert tömegű testet egy rugóra, és mérd le annak hosszváltozását!

g) Készíts ábrát arról az állapotról, amikor a rugóra akasztott test egyensúlyi állapotban függ a rugón! Jelöld a testre ható erőket!



h) Mekkora a testre ható eredő erő? Milyen következtetést tudsz levonni ebből a rugóerőre és a nehézségi erőre nézve?

A test nyugalomban van, így a rá ható erők eredője nulla. Ebből az következik, hogy a nehézségi erő és a rugóerő egyenlő nagyságú, és ellentétes irányú.

i) A kapott adatból határozd meg a direkciós állandót!

A nehézségi erő és a rugóerő éppen egyenlő nagyságú, és ellentétes irányú, így:

$$F_g = -F_r$$

Ebből, és a rugóerő definíciójából következik:

$$-F_g = -D \cdot \Delta l$$

Az egyenlet átrendezéséből megkapjuk a keresett direkciós állandót:

$$D = F_g / \Delta l = (m \cdot g) / \Delta l =$$

2. KÍSÉRLET: LEJTŐ MEREDKSÉGE

a) Fektesd a súrlódópárnát a sínprofilra úgy, hogy a szivacs a legnagyobb felületen érintkezze a műanyaggal, majd lassan kezd el emelni a sínprofilt! Jegyezd fel, milyen hajlásszög esetén mozdul el a párna és kezd lefelé csúszni!

$$\alpha = \quad ^\circ$$

b) Most tedd „élével” a párnát a sínprofilra. Mit gondolsz kisebb, vagy nagyobb hajlásszög esetén fog lecsúszni a szivacs?

Sejtés: Valószínűleg a legtöbben azt gondolják, hogy mivel kisebb az érintkező felület, a súrlódási erő is kisebb, így már kisebb hajlásszög esetén is lecsúszik a szivacs.

c) Végezd el a kísérletet!

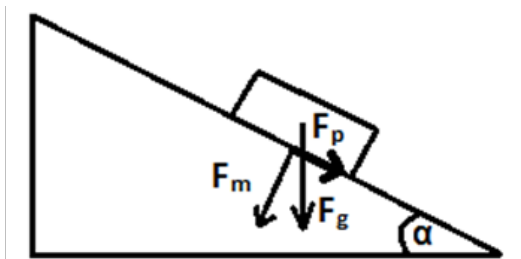
Tapasztalat: Meglepő módon ugyanakkora hajlásszög esetén kezd csúszni a szivacs.

Következtetés: A súrlódási erő nem függ attól, hogy a testek mekkora felületen érintkeznek.

d) Mi készíti mozgásra a súrlódópárnát, és mely erő gátolja mozgását? Készíts rajzot, ahol jelölöd a súrlódópárnára ható gravitációs vonzóerőt! Jelöld a képen ennek az erőnek a lejtőre merőleges és a lejtővel párhuzamos komponensét!

A súrlódópárnát a gravitációs vonzóerő készíti mozgásra a tapadási súrlódási erő ellenében.

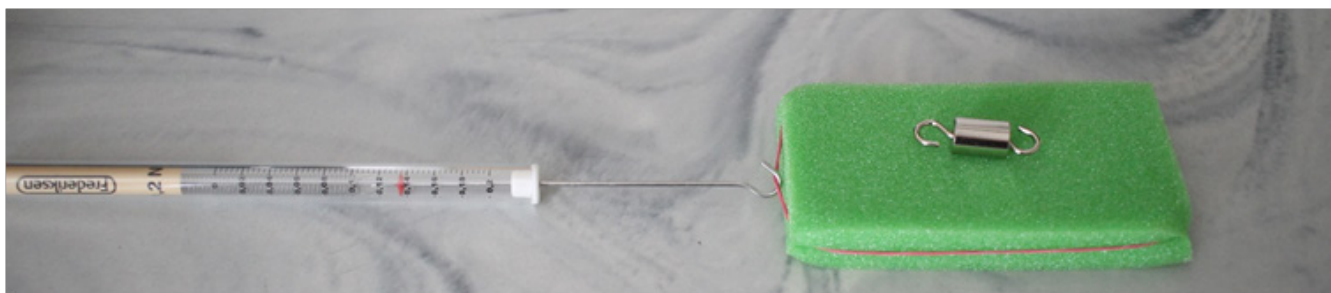
Amint a nehézségi erő lejtővel párhuzamos komponense nagyobb lesz a súrlódási erőnél, a szivacs megmozdul.



3. KÍSÉRLET: TAPADÁSI SÚRLÓDÁS

a) Mérd meg rugós erőmérővel mekkora húzóerő kell, hogy éppen elmozduljon a súrlódópárna!

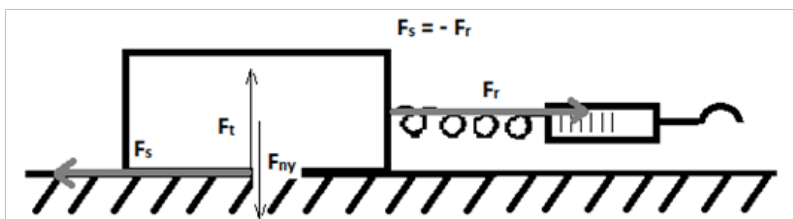
A kísérlet során a súrlódópárnára egy befőttes gumit tettem, abba akasztottam az erőmérőt:



Fotó: Mike Ariel

$$F_h = \quad \text{N}$$

b) Rajzold le a kísérleti összeállítást, jelöld benne az erőket! Milyen kapcsolatban van a húzóerő és a súrlódási erő, amikor a test nem mozdul el, amikor éppen elmozdul, és amikor a test gyorsulva mozog?



Ameddig a test áll, addig: $F_h = F'_s$ ($F'_s \leq F_s$ ahol F'_s az aktuális súrlódási erő, F_s a maximális tapadási súrlódási erő). Amikor éppen elmozdul, akkor $F_h = F_s$ és amikor gyorsul, akkor $F_h > F_s$.

SZÉCHENYI 2020



3. KÍSÉRLET: TAPADÁSI SÚRLÓDÁS (folytatás)

c) Tegyéél súlyt a súrlódópárnára, és mérd meg, mekkora húzóerő kell, hogy elmozduljon?

$$F_h = N$$

d) Mit gondolsz, milyen összefüggés van a test tömege és a tapadási súrlódási erő között?

A test tömege, és a tapadási súrlódási erő között egyenes arányosság van. Kétszer olyan nehéz test esetén, ugyanazon a vízszintes felületen, kétszer akkora húzóerőt kell kifejteni, hogy a test megmozduljon.

e) Mérd meg a tapadási súrlódási erőt más anyagból készült, kemény, vízszintes felületen! Használhatsz füzetet, tankönyvet, húzhatod a földön is! Próbálj ki minél több féle felületet!

Tapasztalat: A súrlódási erő nagysága a felülettől is függ. Minél „érdezebb” a talaj, annál nagyobb erő kell, hogy a párna megmozduljon.

f) Mérd meg a tapadási súrlódási erő értékét különböző hajlásszögű lejtőn is!

Tapasztalat: Minél meredekebb a talaj, annál kisebb erőhatás kell, hogy a súrlódópárna elmozduljon.

Magyarázat: Minél meredekebb a talaj, annál kisebb a felületre merőleges nyomóerő, ami pedig egyenes arányban áll a tapadási súrlódási erővel.

g) Írd fel a tapadási súrlódásra vonatkozó képletet!

$$F_{ts} = \mu \cdot F_{ny}$$

Vízszintes talajon:

$$F_{ts} = \mu \cdot m \cdot g$$

FELADATOK, JELENSÉGEK

1. Mikor lehet nagyobb a maximális tapadási súrlódási erő egy vödör víz esetén? Vízszintes talajon, vagy lejtőn? (A felületek közötti súrlódási együttható mindkét esetben azonos.)

Vízszintes talajon nagyobb a felületre merőleges nyomóerő, így a súrlódási erő is nagyobb.

2. Mit gondolsz, mikor nehezebb megmozdítani egy fémvödröt a lejtőn? Ha Teljesen üres, vagy ha félig töltjük vízzel (tegyük fel, hogy félig töltött állapotban sem borul még fel a vödör)?

Legyen a lejtő hajlásszöge α . Ekkor $F_{ny} = m \cdot g \cdot \cos \alpha$, és a nehézségi erő lejtővel párhuzamos komponense: $F = m \cdot g \cdot \sin \alpha$. Az elmozdításhoz szükséges húzóerő:

$$F_h = F_s - F = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha - m \cdot g \cdot \sin \alpha = m \cdot g \cdot (\mu \cdot \cos \alpha - \sin \alpha).$$

Mivel adott dőlésszög esetén a zárójelben lévő rész állandó és g is állandó, így a húzóerő egyenesen arányos a tömeggel. Tehát ha van víz a vödörben, nehezebb elhúzni.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja
TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014

9. CSÚSZÁSI ÉS GÖRDÜLÉSI SÚRLÓDÁS



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

A 3. kísérlet során a lejtő hajlásszögét 45° -nak vettük, hogy el tudjuk kerülni a szögfüggvényeket. Erősebb csoportban azonban megemlíthetjük, hogy α szögű lejtő esetén a felületre merőleges nyomóerő az $F_{ny} = m \cdot g \cdot \cos \alpha$ képlettel számítható.



PEDAGÓGIAI CÉL

A kísérletek célja, hogy a diákok maguktól jöjjenek rá a súrlódási együtthatók viszonyára, és magabiztosan igazodjanak el később lejtős feladatok esetén.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Tapadási súrlódási erő, rugós erőmérő használata, nehézségi erő, derékszögű háromszögre vonatkozó ismeretek.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- sínprofil
- szögmérő
- rugós erőmérő
- súrlódópárna
- kiskocsi

1. KÍSÉRLET: LEJTŐ HAJLÁSSZÖGE

a) Fektesd a súrlódópárnát a sínprofilra, és keresd meg azt a hajlásszöget, ahol a súrlódópárna (a sínprofil kopogtatása mellett) körülbelül egyenletesen mozog! Mérd meg a lejtő hajlásszögét!

$$\alpha = \quad ^\circ$$

b) Próbáld ki, mi történik, ha a mért szögnél kisebb/nagyobb hajlásszög esetén a súrlódópárnát kicsit meglököd!

Tapasztalatok: A súrlódópárna kisebb hajlásszög esetén lassul, majd megáll, nagyobb hajlásszög esetén gyorsulva mozog.

c) Állítsd a sínprofil a mért α hajlásszögbe és mérd meg függőleges és vízszintes vetületét (tehát magasságát h , és alapjának hosszát l)!

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

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

d) Számítsd ki a magasság és az alap hányadosát!

h/l ($=\mu$, de ezt itt még ne mondjuk meg!)

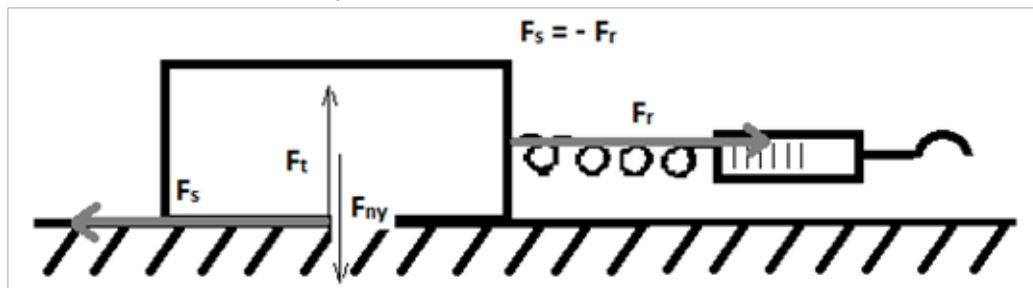
SZÉCHENYI 2020

2. KÍSÉRLET: CSÚSZÁSI SÚRLÓDÁSI EGYÜTTHTATÓ

a) Mérd meg rugós erőmérővel, hogy mekkora erővel tudod körülbelül egyenletesen mozgatni vízszintes talajon a súrlódópárnát!

$$F = \quad N$$

b) Rajzold le a kísérleti összeállítást, jelöld az erővektorokat!



c) Számítsd ki a mért erőből a súrlódási erő képlet segítségével a súrlódópárna csúszási súrlódási együtthatóját!

A húzóerő számértékileg megegyezik a súrlódási erővel, így mondhatjuk, hogy

$$F = \mu \cdot F_{ny}$$

A felületre merőleges nyomóerő jelen esetben éppen a szívacs súlya (vízszintes talajról lévén szó), így ez egy gyors méréssel meghatározható:

$$F_{ny} = \quad N$$

Ebből a súrlódási együttható:

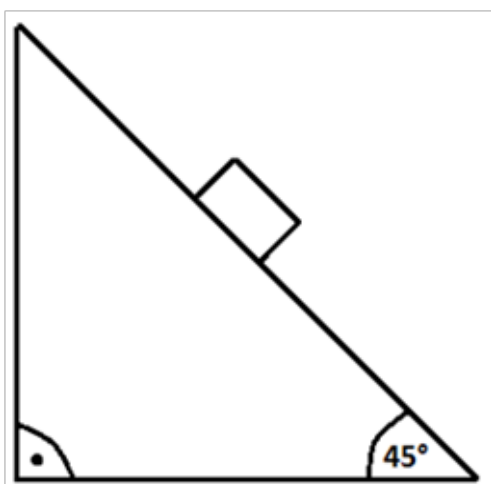
$$\mu = F / F_{ny} =$$

d) Hasonlítsd össze eredményedet az 1. kísérlet d) pontjában számoltakkal!

Jó közelítéssel a két eredmény meg kell, hogy egyezzen. A súrlódási erő a lejtő magasságának és alapjának hányadosából is meghatározható, ha a test éppen egyenes vonalú egyenletes mozgást végez rajta.

3. KÍSÉRLET: LEJTŐN HATÓ ERŐK

a) Rajzold be a következő ábrába a testre ható erőket!



SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap

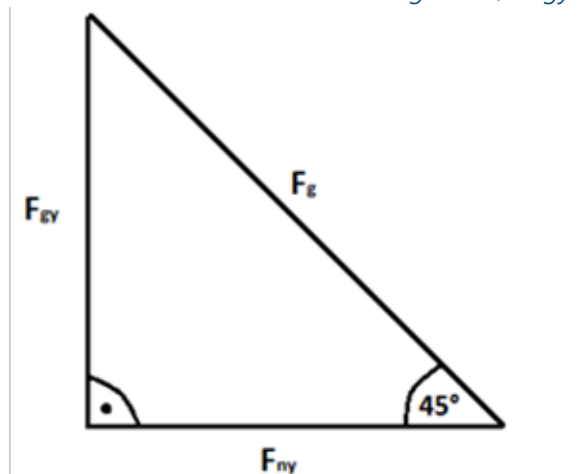


BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

3. KÍSÉRLET: LEJTŐN HATÓ ERŐK (folytatás)

b) Mérd meg a test súlyát, és számold ki, hogy a 45°-os dőlésszögű lejtőn mekkora a felületre ható nyomóerő, és mekkora a gyorsítóerő!

Az előző rajzon, az erők felbontása után a következő háromszöget kell, hogy kapjuk az erőkre nézve:



A derékszögű háromszöget felrajzolva azonnal látszik, hogy ennél a dőlésszögnél:

$$F_{ny} = F_{gy}$$

A számolandó értékek kiszámolhatóak a Pitagorasz-tétel segítségével, vagy észrevehetjük, hogy éppen egy négyzet felét rajzoltuk le. Tudván, hogy a négyzet átlója éppen $a \cdot \sqrt{2}$, ha a a négyzet oldalát jelöli, az átfogóból az alapok megkaphatók a következőképpen:

$$F_{ny} = F_{gy} = F_g / \sqrt{2} = N$$

c) Akassz két rugós erőmérőt a testre! Emeld fel a testet úgy, hogy a két erőmérő éppen 90°-os szöget zárjanak be! Olvasd le a két erőmérő által mért adatot!

Tapasztalat: A rugós erőmérők azonos nagyságú erőket mutatnak, a mért erők nagyjából megegyeznek a számolt adatokkal.

4. KÍSÉRLET: GÖRDÜLÉSI SÚRLÓDÁS

a) Akassz kiskocsi végére rugós erőmérőt, és mérd azt az erőt, mellyel vízszintes talajon egyenletesen tudod mozgatni!

b) Borítsd fejre a kiskocsit, és mérd meg a tapadási súrlódási erőt, illetve a csúszási súrlódási erőt! Jegyezd fel az adatokat!

$$F_g = \quad N; \quad F_t = \quad N; \quad F_{cs} = \quad N$$

c) Mire következtetsz? Kisebb vagy nagyobb a gördülési súrlódás az eddig vizsgáltaknál?

A gördülési súrlódás a legkisebb.

d) Állítsd sorrendbe a súrlódási együtthatókat!

$$\mu_g < \mu_{cs} < \mu_t$$

SZÉCHENYI 2020

FELADATOK, KÉRDÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

1. A szerzett ismereteid segítségével magyarázd meg, miért nagy találmány a kerék! Miért könnyíti meg mindennapjainkat?

A vizsgálód súrlódási együtthatók közül a gördülési súrlódási együttható a legkisebb. Jóval kisebb a másik kettőnél. Ez azt jelenti, hogy sokkal kisebb erővel lehet mozgatni keréken gördülő testeket.

2. Miért kellett az első kísérletben kopogtatni a sínprofilt?

Azért, mert a tapadási súrlódási együttható nagyobb, mint a csúszási.

3. Miért érdemes nyáron az autóra nyári gumit szereltetni?

Mert annak gördülési súrlódási együtthatója kisebb, mint a téli gumié így a fogyasztás kevesebb lesz.

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG
KORMÁNYAEurópai Unió
Európai Szociális
Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja
TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014

10. CENTRIPETÁLIS ERŐ, TEHETETLENSÉGI NYOMATÉK



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

A centripetális erő pontos megértéséhez fel kell ismertetni a tanulókkal, hogy a centrifugális erő, csak mint kényszererő létezik. Bár kívülről, a jelenségek megfigyelésénél azt láthatjuk, hogy a centrifugában a ruhák „kifelé” igyekeznek, de éppen ezért az őket tartó erő befelé kell, hogy mutasson.



PEDAGÓGIAI CÉL

A tehetetlenségi nyomaték és a centripetális erő teljesen új fogalom a diákok számára. A meglévő tudásukat úgy kell kibővíteni, hogy közben egy teljesen új fogalmat kell asszimilálniuk. Ezt a folyamatot könnyíti meg, illetve a hosszútávú memóriába való beépülést segíti elő a lent részletezett néhány kísérlet.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Az egyenletes körmozgás fogalmai, a fogalmak jelölései, illetve az ide vonatkozó képletek.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- biciklikerek
- rugós erőmérő (min. 8 db)
- súly
- erős fonál
- papírkorong (pl.: poháralátét)

1. KÍSÉRLET: A CENTRIPETÁLIS ERŐ MÉRÉSE

A kísérleti eszköz egy könnyen forgó biciklikerek, melynek külső részére adott közönként rugós erőmérőt kötöttünk! Megpörgetve a kereket, az erőmérők közel vízszintes helyzetbe „állnak”.



Fotó: Mike Ariel

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap

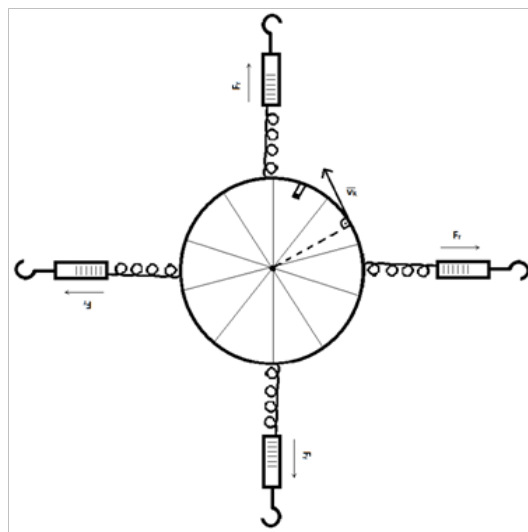


BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1. KÍSÉRLET: A CENTRIPETÁLIS ERŐ MÉRÉSE (folytatás)

Befőttes gumival is rögzíthetjük az erőmérőket a képen látható módon. Ez gyorsabb megoldás, mint odakötni.

a) Rajzold le a kísérleti összeállítást!



b) Pörgessétek meg a kereket, és írájatok le, mit tapasztaltok! Milyen irányba állnak az erőmérők? Változik-e az erő nagysága forgás közben?

Az összes erőmérő állandó nagyságú, és ugyanakkora erőt mutat. Mindegyik erőmérő egyenesen a középpont felé mutat.

Következtetés: Az egyenletes körmozgás dinamikai feltétele egy, a középpont felé mutató, állandó nagyságú erő.

c) Olvassátok le, mekkora erőt mutatnak az erőmérők!

Akkor van könnyű dolgunk, ha pontosan egyforma erőmérőket használunk, és egyenletes távolságban erősítjük őket a kerékre. Ekkor, megfelelő szögsebesség esetén az erő könnyen leolvasható.

$$F = \quad N$$

d) Mi a neve az erőnek, amit mérnek az erőmérők?

Az erőmérők a centripetális erőt mérik.

e) Ha hirtelen elszakadna a fonál, ami az erőmérőt tartja, akkor milyen irányba mozdulna az erőmérő?

Érintőirányba mozdulna. Ez éppen azt jelenti, hogy a körmozgást végző test összes pontjának a sebessége érintő irányú.

f) A centripetális erő ismeretében számoljátok ki (Newton II. törvényének felhasználásával) egy erőmérő centripetális gyorsulását!

$$F_{cp} = m \cdot a_{cp}$$

A gyorsulás meghatározásához szükségünk lesz az erőmérő tömegére. Ehhez először mérjük le egy másik erőmérővel a súlyát:

$$F_g = \quad N$$

Majd, a gravitációs gyorsulást $g = 10 \text{ m/s}^2$ -nek véve, számoljuk ki a tömegét:

$$m = F_g / g \rightarrow a_{cp} = F_{cp} / m$$

g) Mit gondolsz, ha ugyanolyan gyorsan forogna a kerék, de az erőmérőket közelebb akasztanánk a középponthoz, akkor is ugyanekkora erőt mérnének?

Ha ugyanolyan gyorsan forog a kerék, akkor a szögsebesség a középponthoz közeledve nem változik. De tudjuk, hogy $a_{cp} = r \cdot \omega^2$, vagyis a sugár csökkenésével egyenes arányban csökken a centripetális gyorsulás is.

SZÉCHENYI 2020

2. KÍSÉRLET: KERINGÉS VÁLTOZÓ SUGARÚ PÁLYÁN

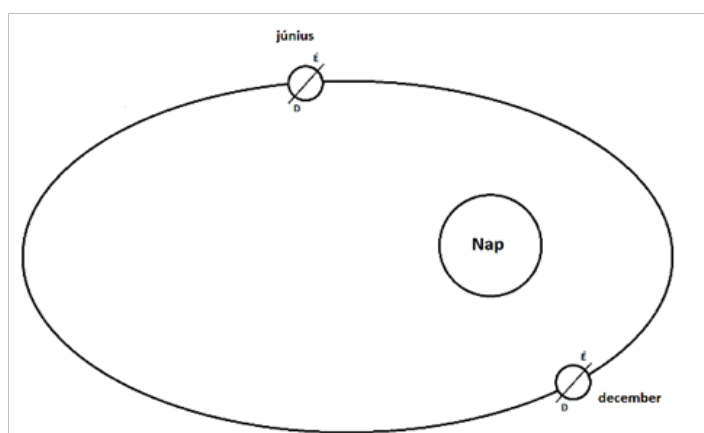
a) Köss egy erős, körülbelül 30 cm hosszú zsinag végére súlyt! Kezd el pörgetni óvatosan, hogy a zsinag biztosan ne szakadjon el, majd a mutatóujjadat kinyújtva, hagyd, hogy a zsinag rátekeredjen. Írd le, mit tapasztalsz!

Tapasztalat: Ahogy tekeredik a zsinag, a körbe forgó test egyre közelebb kerül az ujjunkhoz. Ez azt jelenti, hogy a körmozgás sugara folyamatosan csökken. Ezzel egyidejűleg a test sebessége nő.

b) Milyen pályán halad végig a test, miközben ujjunkra tekeredik a zsinag?

A test „csigavonalú” pályán halad végig, tehát egy spirálívet fut be.

c) A következő rajzon láthatod a Föld és a nap helyzetét olyankor, mikor nálunk, az északi féltekén tél, illetve amikor nyár van. A most elvégzett kísérlet segítségével magyarázd meg, hogy miért rövidebb pár nappal a tél, mint a nyár!



Télen bolygónk a Naphoz közelebb van, így gyorsabban mozog, mint nyáron.

3. KÍSÉRLET: A FORGÓMOZGÁS TEHETETLENSÉGE

Kössük a biciklikerek egyik tengelyére az erős fonalat, hogy az könnyedén elbírja a kerék teljes súlyát! Tartsuk egyik kezünkbe a fonalat, ezzel tartva a tengely egyik oldalát, a másik oldalát pedig emeljük meg annyira, hogy a kerék éppen függőlegesen álljon! Ha elengedjük a tengelyt (de fogjuk a fonalat!), akkor a biciklikerek „leesik”, visszaáll vízszintes helyzetbe.

a) Hozzuk függőleges helyzetbe a kereket a fent leírtak szerint, és pörgessük meg olyan gyorsan, amennyire csak tudjuk. Engedjük el most is a tengelyt, miközben a fonalat biztosan tartjuk. Figyeljük meg, mi történik!



Fotó: Mike Ariel

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

3. KÍSÉRLET: A FORGÓMOZGÁS TEHETETLENSÉGE (folytatás)

Tapasztalat: A kerék megmarad közel vízszintes helyzetben, és a fonál körül lassan forogni kezd. Elvégezhetjük a kísérletet úgy is, hogy a kereket az ellenkező irányba forgatjuk meg, akkor a fonál körül ellentétes irányba végzi a forgást.

4. KÍSÉRLET: A FORGÓMOZGÁS TEHETETLENSÉGE II.

a) Vedd a kezedbe az előtted lévő papírkorongot, és dobd fel úgy a levegőbe, hogy nem pörgeted meg! Mit tapasztalsz?

A papírkorong nem repül magasra, teljesen „össze-vissza” mozog.

b) Dobd fel még egyszer a papírkorongot, de ezúttal pörgesd is meg! Mit mondhatunk most a mozgásáról?

A papírkoron sokkal magasabbra repült, mint előző esetben, és ameddig gyorsan forgott, megtartotta függőleges állását.

c) Mivel magyarázható a jelenség?

A testnek forgásából adódóan is van tehetetlensége. A forgásból adódó tehetetlenségét úgy nevezzük: tehetetlenségi nyomaték. Függőleges irányban forog, és ezen állapotának megváltoztatásához erőhatás szükséges.

FELADATOK, KÉRDÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

1. Közkedvelt játék a frizbi. Miért kell megpörgetni eldobáskor?

Ugyanazért, amiért a papírkorongot, ha magasra szeretnénk dobni. Így távolabb repül, és tovább marad a mozgás síkjában.

2. Nézd utána, milyen jelenségeknél használják ki a tehetetlenségi nyomatékot?

Pl.: Pisztolygolyót is huzagolt csőből lövik ki, hogy egyenesen szálljon, a rögbi labdát is forgatva dobják el, de kerékpározás közben is kihasználjuk, hogy mozgó kerékpárral nehezebb eldőlni, mint egyhelyben állóval.

3. A harmadik kísérletben bemutatott jelenség felelős a Föld tengelyének forgásáért is! Nézd utána, hány év alatt tesz meg a föld tengelye egy fordulatot!

Kb. 25800 év alatt tesz meg a föld tengelye egy fordulatot.

SZÉCHENYI 2020

11. FORGATÓNYOMATÉK, ÁLLÓCSIGA, MOZGÓCSIGA



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



PEDAGÓGIAI CÉL

Az ezen az órán végzett kísérletek célja, hogy a tanulók a hétköznapi életben is hasznosítható tudást szerezzenek, és tisztában legyenek az egyszerű gépek működési mechanizmusaival.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Erő, erőkar, forgatónyomaték. Newton III. és IV. törvénye.

SZÜKSÉGES ANYAGOK

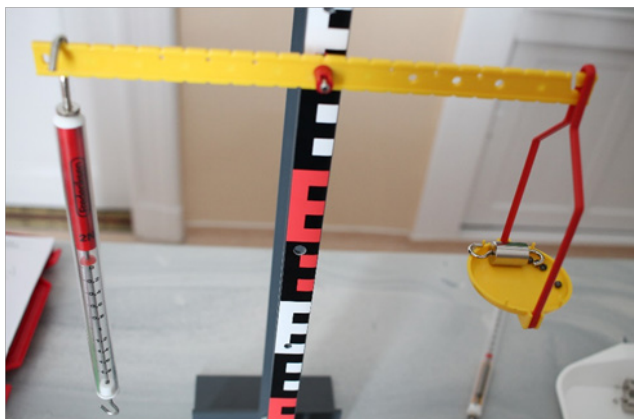
SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- sínprofil
- állványtalp
- mérlegkar
- mérlegserpenyő
- fém vagy műanyag tengely
- akasztható súlyok
- felpattintógyűrű
- kis csipeszek (4 db)
- ék
- rugós erőmérő
- csiga
- csiga kampóval
- zsinór
- rögzítőelem (2 db)
- ólomgolyók

1.KÍSÉRLET: KÉTKARÚ EMELŐ

A kísérletekhez „A fizika alapjai készlet” és „A fizika alapjai készlet „Mechanika” ” tanulói csomagokra lesz szükség.

A sínprofilt szereld rá az állványra, majd a tetejére vízszintesen fogasd oda a tengelyt úgy, hogy azkönnyen elforogjon! A tengely egyik végére akaszd rá a mérlegserpenyőt, másik végére pedig akaszd a rugós erőmérőt! Az akasztható súlyok és az ólomgolyók segítségével egyensúlyozd ki a rendszert!



Fotó:
Mike Ariel



A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja
TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1. KÍSÉRLET: KÉTKARÚ EMEŐ (folytatás)

Ahogy az első fotón is látszik, a rugós erőmérőt egy kisebb tömegű akasztható súllyal, és három ólomgolyóval tudtam kísérletezni. De ez attól is függ, hogy pontosan hova akasztjuk a rugós erőmérőt. A második képen a kísérleti összeállítás egésze látható.

a) Tegyd a mérleg serpenyőjébe m, 2m, 3m tömegű súlyokat, és figyeld a rugó megnyúlását!

Írd le a tapasztalatokat!

A rugós erőmérő által mutatott érték éppen a testek súlyát mutatja. Kétszer akkora tömeg esetén kétszer akkora súlyt számolhatunk.

b) Végezd el az előző mérést úgy is, hogy a rugós erőmérőt fele olyan távol teszed a forgástengelytől, mint előzőleg! Mítapasztalsz?

Kétszer akkora erő kell a súlyok megtartásához, mint előzőleg.

c) Magyarázd meg, miért mértél más erőket, és miért éppen akkorákat?

A tengely könnyen fordul, de a mérésünk pillanatában nyugalomban volt, így a két oldalon ható forgatónyomatékok összege zérus. Tehát:

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

az első esetben, és

$$F'_1 \cdot k'_1 = F'_2 \cdot k'_2$$

Mivel a mérleg serpenyőjéhez nem nyúltunk, az egyik oldala az egyenletnek változatlan maradt, írhatjuk tehát, hogy:

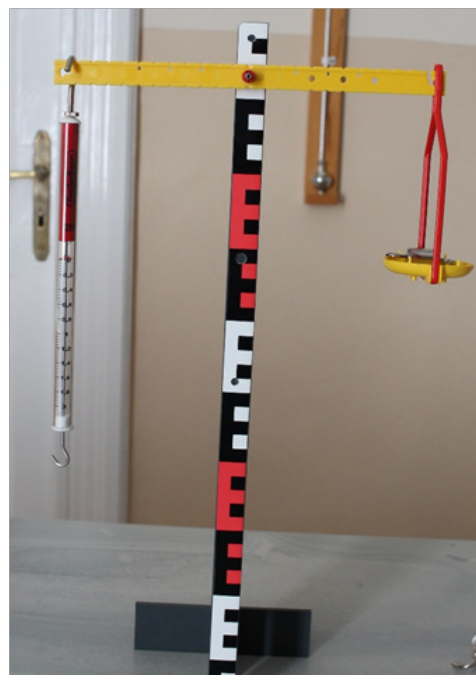
$$F_2 \cdot k_2 = F'_2 \cdot k'_2$$

Ebből viszont következik, hogy:

$$F_1 \cdot k_1 = F'_1 \cdot k'_1$$

Mivel a második mérésben az erőkarat a felére csökkentettük, így a mért erőnek a kétszeresét kellett mérnünk:

$$F_1 \cdot k_1 = 2F_2 \cdot (k_2 / 2)$$



Fotó: Mike Ariel

2. KÍSÉRLET: EGYSZERŰ EMEŐ

a) Tegyd a műanyag tengely közepe alá éket, és az egyik végére tegyd súlyt! Mekkora súlyt kell a másik végére tenni a tengelynek, amivel fel tudod emelni az előbbi testet?

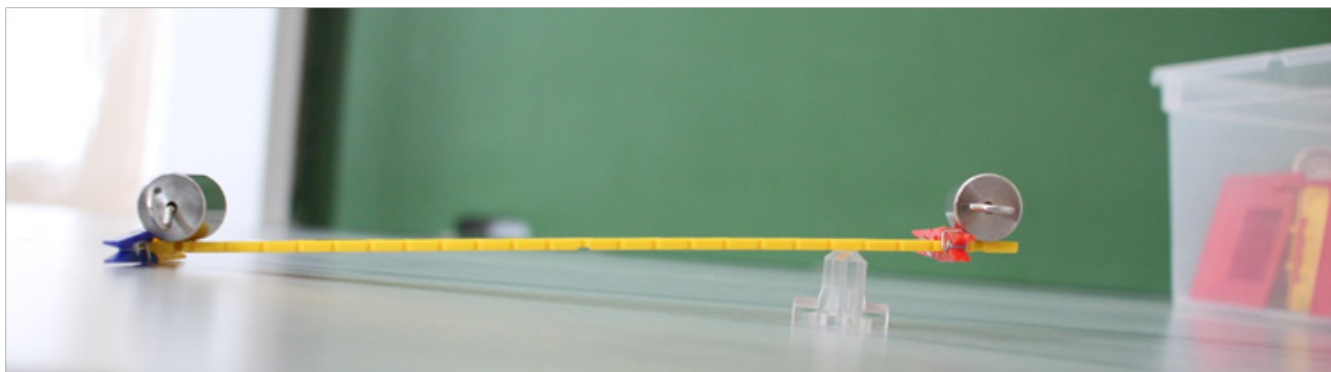
Ha ugyanakkora súlyt teszünk rá, akkor egyensúlyi helyzet alakul ki, tehát az elsőnél nagyobb súlyt rátéve tudjuk megemelni a testet.

A műanyag tengely közepén van egy véset, odailllesztve az éket, a tengely nem fog elcsúszni. Azért, hogy a golyók ne guruljanak le, kis műanyag csipeszeket csíptettem a tengelyre.

A kísérlet elvégezhető úgy is, hogy két azonos tömegű testet helyezünk a tengely két végére, és azt kérdezzük a diákoktól, hogy hová kell rakni az éket, hogy egyensúlyi helyzet alakuljon ki.

SZÉCHENYI 2020

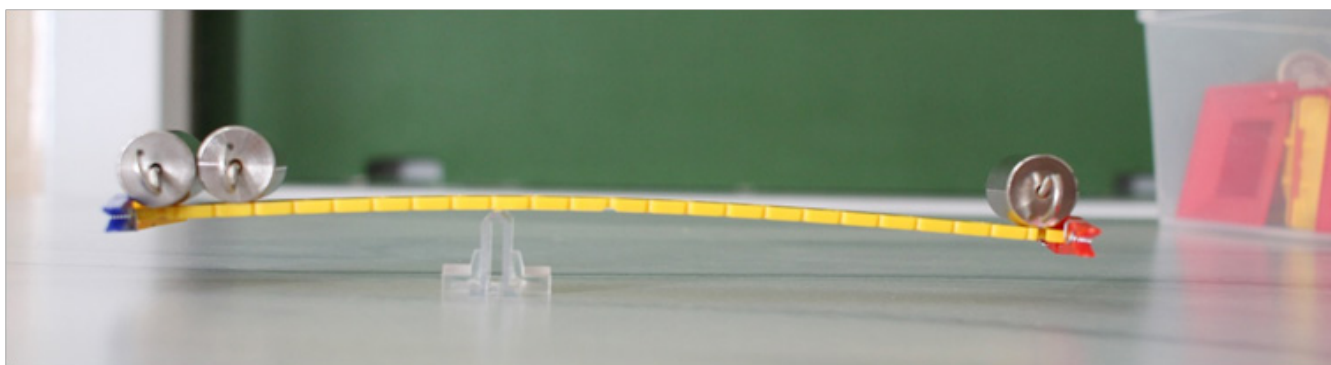
2. KÍSÉRLET: EGYSZERŰ EMEŐ (folytatás)



Fotó: Mike Ariel

Miért nincs egyensúly a képen?

b) Tegyé! most két, ugyanakkora súlyt a tengely egyik végére! Hova kell rakni az éket, hogy egy súllyal is meg tudjuk emelni a testeket?



Fotó: Mike Ariel

Egyensúlyi helyzet éppen akkor alakul ki, ha a két oldalon ugyanakkora a forgatónyomaték. Mivel az egyik oldalon az erő kétszer akkora, itt az erőkaroknak fele akkora kell lennie. Ez azt jelenti, hogy három részre osztva a rúd hosszát, két résznyi távolságra kell rakni az éket az önmagában lévő súlytól. Ahhoz, hogy a két súly emelkedjen, ennél közelebb kell tenni az éket.

Mérési hibaként felmerülhet ennél a kísérletnél, hogy a két, egymás mellé helyezett súlynak a tömegközéppontja közelebb van a tengely közepéhez, mint a másik oldalon lévő egyetlen súlyé, de ez a hiba nem számottevő.

3. KÍSÉRLET: ÁLLÓCSIGA

a) Az első kísérletnél használt eszközt alakítsd át úgy, hogy a tengely helyére csigát fogatsz! Vess át fonalat a csigán, melynek egyik végére súlyt, a másik végére rugós erőmérőt akasztasz! A rugós erőmérőt a kezében tartva, mekkora erőt mutat a műszer?

A rugós erőmérő éppen a test súlyának megfelelő erőt mér.

b) Egyenlő-e az erőmérő tartóereje és a testre ható gravitációs erő? Ne feledd, hogy az erő is vektormennyiség?

A két erő egyenlő, hiszen nagyságuk, és irányuk is megegyezik, hatásvonaluk azonban más.

c) Mérd meg, mekkora erő hat a csigára? Vess át a fonalat egy másik rugós erőmérő kampóján, és kérd meg diáktársad, tartsa meg a rendszert, még az erőket leolvasod!

Ha F -fel jelöljük az eredeti rugós erőmérő által mért erőt, akkor $2F$ erőt mutat az új erőmérő, ekkora erő hat a csigára.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

4. KÍSÉRLET: MOZGÓCSIGA

a) Ezúttal szereld vissza az állócsiga helyére a tengelyt, de rögzítsd is le, hogy ne tudjon elforogni! Akassz az egyik oldalára egy rugós erőmérőt! Egy körülbelül 40 cm-es zsinór végeire köss hurkot, és egyik végét akaszd az erőmérőre, másik végét pedig akaszd a középen lévő fémtengelybe! Tedd a kötéltre az akasztós csigát, és akassz rá valamekkora súlyt! Mennyit mutat az erőmérő?

$$F_1 = \quad N$$

A tengely rögzítése:



Fotó: Mike Ariel

b) Mekkora a csiga és a test együttes súlya? Mérd meg a rugós erőmérővel! Milyen arányban áll a most mért erő az előzőhöz képest?

$$F_2 = \quad N$$

Mozgócsiga közbeiktatásával éppen fele akkora erőt mérünk. (Mindkét esetben a csiga és a test együttes súlyáról beszéltünk.)

c) Mozgócsiga segítségével fele akkora erővel is emelhetünk testet. Ez azt jelenti, hogy így kevesebb energia befektetéssel végezhetjük el ugyanazt a munkát. Hol van ebben a gondolatmenetben a hiba?

Igaz ugyan, hogy fele akkora erőt kell kifejtenünk a test emeléséhez, ezt az erőt azonban kétszer olyan hosszú távon fejtjük ki, így ugyanannyi munkát végzünk mindkét esetben.

d) Ahhoz, hogy a test egyensúlyban legyen, az eredő erőnek nullának kell lennie. Nekünk mégis csak a nehézségi erőnek felével kell tartanunk a csiga és a test együttesét. Hogyan lehetséges ez? Mi „ellensúlyozza” a nehézségi erő másik felét?

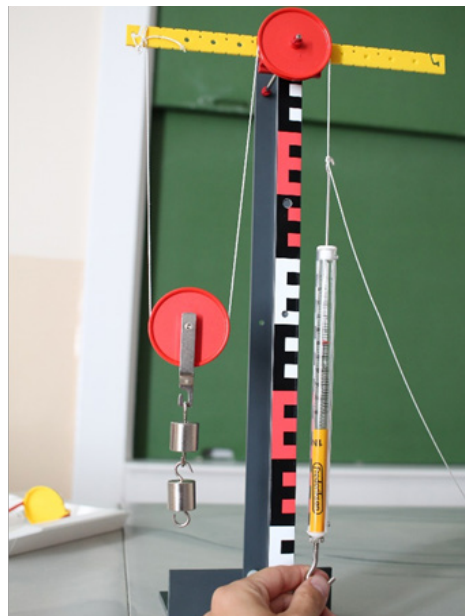
A nehézségi erővel ellentétes irányban, és fele akkora nagysággal erő ébred a kötél tengelyhez rögzített végében.

SZÉCHENYI 2020

5. KÍSÉRLET: EMEŐGÉP

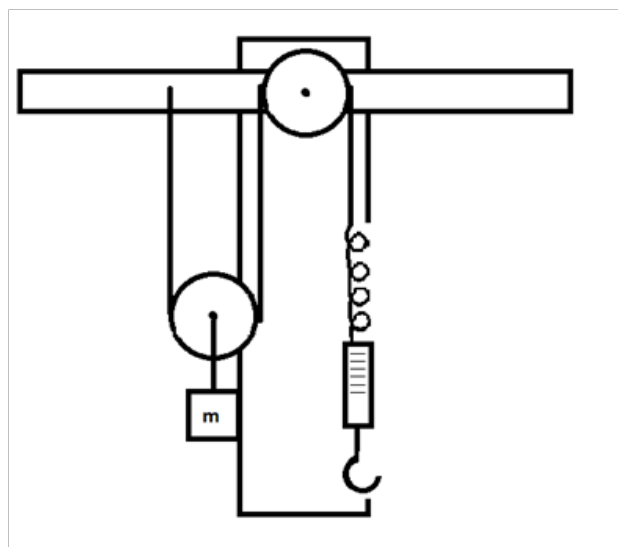
a) Erősítsd most az állócsigát is a tengelyre, ugyanúgy, mint az első kísérletnél! A zsinór egyik végét erősítsd a tengely egyik oldalára, vedd át a fonalat az állócsigán, de az állócsiga és a fonal rögzített vége közé tedd be a mozgócsigát a ráakasztott súllyal! A fonal szabad végébe akassz rugós erőmérőt!

b) Készíts vázlatos rajzot a kísérleti elrendezésről!
A kísérleti elrendezés képe:



Fotó: Mike Ariel

Vázlatos rajz a kísérletről:



c) Mekkora erőt mér most az erőmérő?

Az előző kísérlethez hasonlóan éppen feleakkora erőt mér, mint a csiga és a ráakasztott test együttes súlya.

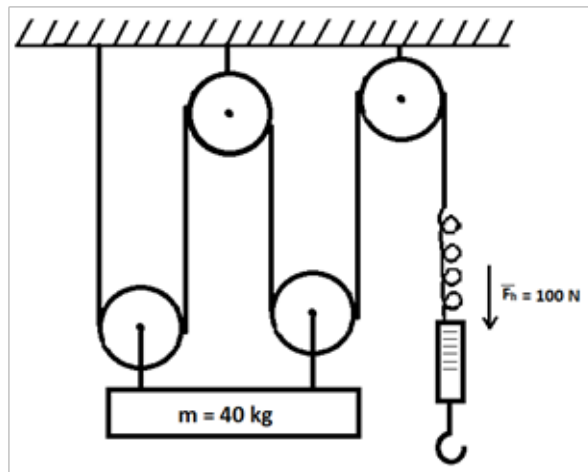
d) Miben más ez a mostani elrendezés, mint az előző? Mikor lehet hasznos?

A tartóerő nagysága ugyanannyi ugyan, de iránya ellentétes, mint előző esetben. Ez olyan esetekben lehet hasznos, mikor letről szeretnénk valamit felfelé mozgatni. Ilyen lehet például, ha építkezésen egy vödör cementet szeretnénk feljuttatni magasan dolgozó társunkhoz.

SZÉCHENYI 2020

FELADATOK, KÉRDÉSEK, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

1. Tervezz emelőszerkezetet, mely segítségével 100 N erő kifejtésével 400 N súlyú testet is képesek vagyunk felemelni! Vázlatosan rajzold le a kísérleti összeállítást!



12. ENERGIÁK ÁTALAKULÁSA, ALTERNATÍV ENERGIÁK



BALESETVÉDELEM, BETARTANDÓ SZABÁLYOK, AJÁNLÁSOK

A kísérlet során használt eszközökkel rendeltetésszerűen dolgozz!



HÁTTÉR ISMERETEK A TANÁR SZÁMÁRA

A lent felsorolt kísérletekhez csak egy-egy kísérleti berendezés áll rendelkezésre, így célszerű lehet csapatokra osztani a diákokat, és „vetésforgóban” végezteni velük a kísérleteket.



PEDAGÓGIAI CÉL

A kísérletek célja egyrészt az energiáról tanultak elmélyítése, az energiafajták közötti átmenet megfigyelése, de a szélerőműves és napelemes kísérletek a környezettudatos nevelés fontos eszközei lehetnek.



A SZÜKSÉGES TANULÓI ELŐZETES TUDÁS

Mozgási és helyzeti energia fogalma, jele, mértékegysége, számolási módja. Hétköznapi tapasztalatok a napenergia, hőenergia, szélenergia, stb. témaköreiből.

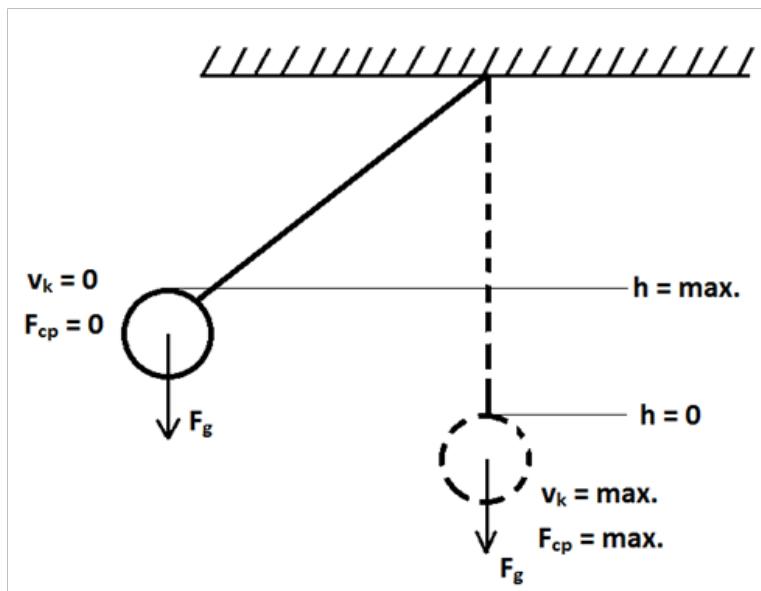
SZÜKSÉGES ANYAGOK

SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK

- fonál
- akasztható súly
- szélturbina modell
- szélgenerátor (hajszárító)
- hőkamera
- Napelem (demo készlet)

1. KÍSÉRLET: HELYZETI ÉS MOZGÁSI ENERGIA

a) Az első kísérlethez egy ingára lesz szükséged. Készíts ingát az előttd lévő fonálból és egy akasztható súlyból! Térítsd ki az ingát, és figyeld meg mozgását! Válaszd meg a következő kérdéseket!



SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

1. KÍSÉRLET: HELYZETI ÉS MOZGÁSI ENERGIA (folytatás)

• Milyen mozgást végez az inga?

Változó körmozgást. Függőleges helyzetéig gyorsul, onnan kezdve lassul a test mozgása.

• Milyen energiája van az ingának, mikor kitéríted, de nem engeded el?

A magasságából adódóan helyzeti energiája van.

• Milyen energiája van az ingának, mikor mozgás közben eléri a függőleges állapotot?

Ha a helyzeti energia 0 szintjét éppen ebbe a helyzetbe választjuk, akkor csak mozgási energiája van az ingának.

• Mekkora a sebessége az ingának a kitérések maximumában?

A kitérések maximumában az inga sebessége nulla.

• Milyen erők hatnak a fonál végén lévő súlyra? Készíts rajzot, melyben jelölöd ezeket az erőket az inga két pozíciójában: a kitérés maximumában, és függőleges helyzetben!

Két erő hat mindkét helyzetben, a nehézségi függőlegesen és a kötélerő a kötél irányába. Ezek eredője változó irányú. A centripetális erő a függőleges helyzetben $K-F_n$, szélső helyzetben a centripetális erő a kötél erő és a nehézségi erő kötél irányú komponensének különbsége.

b) Mit mondhatunk, milyen energia alakult a kísérlet során át, és milyen energiává?

Helyzeti energia alakult át mozgási energiává, majd a mozgási energia alakult vissza helyzeti energiává.

c) Térítsd ki ismét az ingát, de most helyezz egy tárgyat (akár az ujjadat) a kötél útjába. Az akadályba éppen függőleges helyzetében ütközzön az inga! Mit gondolsz, az ellentétes oldalon magasabbra vagy alacsonyabbra lendül majd az inga?

Az előző órákon kipróbáltunk egy kísérletet, az ujjunk köré hagytuk csavarodni az ingát. Azt tapasztaltuk, hogy mozgása gyorsul, így hiheti a tanuló jelen kísérletüknél, hogy ebből adódóan magasabbra lendül az inga.

d) Végezd el a kísérletet!

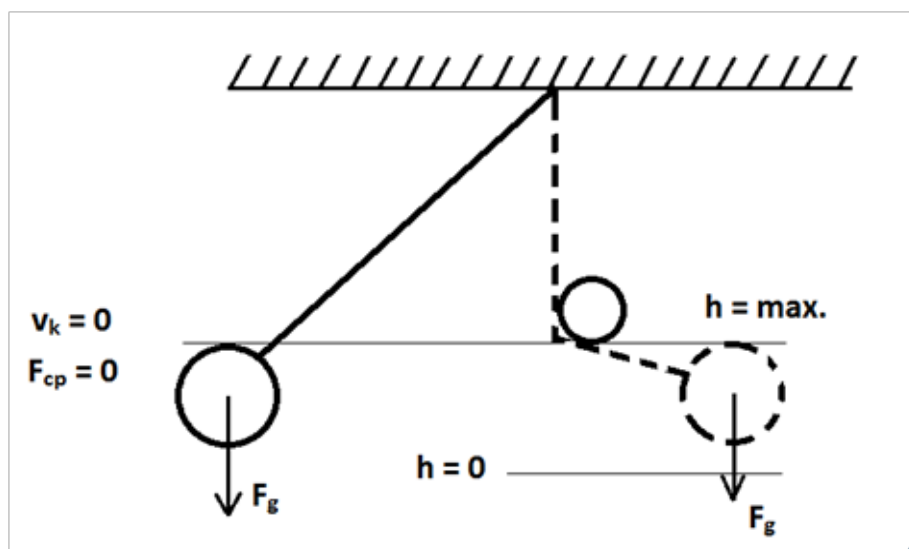
Tapasztalat:

Az inga mindkét oldalon ugyanolyan magasra lendül.

Magyarázat:

A „rendes” ingamozgáshoz hasonlóan, most is a helyzeti energia alakul át (szinte) teljes mértékben először mozgási energiává, majd ismét helyzeti energiává. A két oldalon, a kitérés maximumában a helyzeti energiák, és így a nullponttól mért magasságok is egyenlők.

e) Készíts vázlatos rajzot a kísérletről!



SZÉCHENYI 2020

2. KÍSÉRLET: MOZGÁSI ÉS FORGÁSI ENERGIA

a) A most következő kísérletben a szélérőmű működését figyelheted meg. Figyeld meg először, hogy mekkora erőt kell kifejteni, hogy a szélturbina lapátjai elforduljanak! Fújj rá, forgasd meg ujjaddal! Ügyelj rá fokozottan, hogy ne tegyél kárt a kísérleti berendezésben! Írd le tapasztalataidat!

Tapasztalat:

A szélturbina kereke nagyon könnyen elfordul.

b) Kapcsold be a szélgenerátort és fújj szemből a szélturbinára! Figyeld meg, és jegyezd le, hogy mekkora feszültséget jelez a műszer! Ha lehet, állítsd más fokozatra a szélturbina erősségét, és jegyezd le az ehhez tartozó feszültségértéket is!

$$U_1 = \dots\dots\dots V; U_2 = \dots\dots\dots V; U_3 = \dots\dots\dots V$$

c) Állítsd a lehető legerősebb fokozatra a szélgenerátort! Kapcsold be, és fújj a szélturbinára szemből, és különböző szögekből is! Figyeld közben, mekkora feszültségértéket mutat a kijelző!

Tapasztalat:

Minél nagyobb szögben térünk el a kezdeti állapottól, annál kisebb feszültséget jelez a feszültségmérő.

d) A szélgenerátor működéséhez elektromos energia kell, azt alakítja forgási, majd mozgási energiává. A szélturbina ugyanezt csinálja, csak fordítva. Mit gondolsz, ha szélgenerátor segítségével forgatunk meg egy szélturbinát, akkor a befektetett energia vagy a végén elektromos áram formájában nyert „hasznos” energia lesz több?

A termelt energia jóval kevesebb, mint a közben „elhasznált” energia.

e) Hogyan tudják növelni a gyakorlatban a szélérőművek teljesítményét?

Hatalmas lapátokat építenek, szeles helyre telepítik őket, a lehető legkisebbre csökkentik a belső ellenállását és mindig a szél irányába fordítják a lapátokat.

3. KÍSÉRLET: MOZGÁSI ENERGIA ÉS HŐ

a) Ha elgurítasz egy labdát, vagy meglököd akár a tolltartódat az asztalon, az egy darabig mozog, majd megáll. Az előző órákon végezhetél is kísérletet, mely során a súrlódási erőt tudtad kimérni, ami felelős a jelenségekért. De mit mondhatunk a test energiájáról? Hová lesz a testmozgási energiája, ha a súrlódási erő lassítja, végül meg is állítja a testet? Erre a kérdésre kaphatsz választ a következő kísérlet során.

b) Kapcsold be a hő kamerát és „nézz vele körbe” a teremben. Figyeld meg az ablakokat, a diáktársaidat! Melyik szín mit jelenthet?

A különböző hőmérsékletű testek különböző színekben jelennek meg a kijelzőn. A sötétpiros szín jelöli a legmelegebb testeket, majd a szivárvány színeinek sorrendjében a narancs, sárga, zöld színek egyre kisebb hőmérsékletű testeket jelentenek.

c) Állítsd a hő kamera szenzor részét úgy, hogy az asztallap felé mutasson! Nyomd az ujjad az asztallapra, és húzd gyorsan végig a szenzor előtt! Mit tapasztalsz? Mire következtetsz ebből?

Az ujjunk nyomán az asztallap színe megváltozik a kijelzőn.

Következtetés:

Az asztallap felmelegedett. Következtethetünk rá, hogy az általunk végzett munka egy rész hőenergiává alakult.

d) Most csak tedd a tenyered az asztallapra, majd pár másodperc múlva vedd el, és figyeld meg hő kamerával, mi történik!

Tapasztalat:

Kezünk „nyoma” ott marad az asztalon, kissé felmelegítettük az asztallapot.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

3. KÍSÉRLET: MOZGÁSI ENERGIA ÉS HŐ (folytatás)

e) Kijelenthetjük-e, hogy az asztallap felmelegedése a súrlódás következménye?

Nem, hiszen a kezünk által leadott hő is melegítette az asztalt.

f) Húzz végig egy tárgyat az asztalon, mely az asztallappal egyenlő hőmérsékletű (tehát szobahőmérsékletű). Erre a célra tökéletesen megfelel például egy ceruza, radír, stb. Mit látsz a kivetítőn?

Az asztallap ebben az esetben is melegszik.

g) Vond le a következtetést! Mivé alakul a testek mozgási energiája a súrlódás következtében?

A súrlódási munka során a mozgási energia egy része (vagy teljes egésze) hővé alakul.

4. KÍSÉRLET: VAN-E ENERGÍJA A FÉNYEK?

a) A napelem készletből készítsd elő a napelem modult, két röpszinórt, gumidugót, és az elektromotort a propellerrel! A röpszinórokkal kösd össze az elektromotort, és a napelem modult, és az elektromotort dugd a gumidugóba!

b) Világítsd meg a reflektorral a napelemet! Figyeld meg és írd le, mi történik!

Tapasztalat:

A propellerforgásba jön.

c) Változtasd a reflektor napelemtől mért távolságát, és próbáld ki azt is, ha nem merőlegesen világítod meg a napelemet! Fogalmazd meg tapasztalataidat!

Tapasztalat:

Minél távolabb helyezzük a reflektort a napelemtől, annál lassabban forog a propeller. Minél kisebb a beesési szög adott távolság esetén, annál kisebb a propeller fordulatszáma.

FELADATOK EREDMÉNYEI, A KÉRDÉSEKRE ADOTT VÁLASZOK

1. Tudsz olyan szerkezetről, mely a helyzeti energiát alakítja forgási energiává?

Pl.: Vízerőmű.

2. Nézz utána! Mit jelent a geotermikus energia? Hogyan hasznosítható?

A geotermikus energia a Föld belseje által leadott hő. Akár házak fűtésére is alkalmazható, de a gyógyfürdők vizét is ez az energia melegíti fel.

3. Mi köze van a napfény beesési szögének az évszakok kialakulásához?

Kisebbs beesési szög esetén a földfelszín kevésbé melegszik, így alakulnak ki különböző évszakok.

4. A ház melyik oldalára érdemes szerelni a napelem modulokat, és miért?

A ház déli oldalára. Mivel az északi féltekén vagyunk, a nap pályája végig tőlünk délre van, így ezen az oldalon több napsütés éri a napelemet.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



A Tatai Eötvös József Gimnázium Öveges Programja
TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0014