

Kinematika, dinamika I.

Emelt szintű kísérletek

Fizika 11–12.

Készítette: Rapavi Róbert

Lektorálta: Gavlikné Kis Anita

Kiskunhalas, 2014. december 31.



KISKUNHALASI
REFORMÁTUS KOLLÉGIUM
SZILÁDY ÁRON GIMNÁZIUMA

6400 Kiskunhalas, Kossuth Lajos utca 14. OM: 027956
tel.: 77 / 421-215 e-mail: szilady@gmail.com web: szilady.net

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0025

„Jövőd a természettudományokban rejlik!”

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Balesetvédelem

Minden munkahelyen, így a természettudományos kísérletek végzésekor is be kell tartani azokat a szabályokat, amelyek garantálják a biztonságos munkavégzést a gimnáziumunkban. Az előírásokat komolyan kell venni, és aláírással igazolni, hogy tűz és balesetvédelmi oktatáson részt vettél.

Általános szabályok

- A tanulók a laboratóriumi gyakorlat megkezdése előtt a folyosón várakoznak, s csak tanári kísérettel léphetnek be a laboratóriumba.
- A laboratóriumba csak az ott szükséges füzetet, könyvet, íróeszközt viheted be. Táskát, kabátot csak külön engedély alapján szabad bevinni.
- A laboratóriumban étel nem tárolható; ott enni, inni tilos!
- A laboratóriumban az iskolától kapott köpenyt kell viselni, a hosszú hajat hajgumival össze kell kötni!
- A munkahelyedet a feladat végzése közben tartsd rendben és tisztán!
- A munkavédelmi, tűzrendészeti előírásokat pontosan tartsd be!
- A laboratóriumot csak a kijelölt szünetben hagyhatod el. Más időpontban a távozáshoz a tanártól engedélyt kell kérni.
- A laboratóriumban csak a kijelölt munkával foglalkozhatsz. A gyakorlati munkát csak az elméleti anyag elsajátítása után kezdheted meg.
- Az anyag-és eszközkiadást, a füzetvezetést az órát tartó tanár szabályozza.
- A laboratórium vezetőjének, munkatársainak, tanárod utasításait maradéktalanul be kell tartanod!

Néhány fontos munkaszabály

- Törött vagy repedt üvegedényt ne használj!
- Folyadékot tartalmazó kémcső a folyadékfelszíntől lefelé haladva melegítendő. Nyílását ne tartsd magad vagy társad felé!
- A vegyszeres üvegek dugóit ne cserélgess össze! Szilárd vegyszert tiszta vegyszeres kanállal vedd ki, a kanalat használat után töröl el! Megmaradt vegyszert a vegyszeres edénybe visszaönteni nem szabad!
- A laboratóriumi lefolyóba ne dobj olyan anyagot (pl. szűrőpapírt, gyufaszálat, parafadugót, üvegcserepet stb.), amely dugulást okozhat!
- Az eszközöket csak rendeltetésszerűen, tanári engedéllyel szabad használni!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetésszerűen és csak az adott paraméterekre beállítva használhatod!
- Vegyszerekhez kézzel nyúlni szigorúan tilos!
- Soha ne szagolj meg közvetlenül vegyszereket, ne kóstolj meg anyagokat kémia órán!
- Ha bőrödre sav vagy lúg kerül, először mindig töröld szárazra, majd bő vízzel öblítsd le!
- A legkisebb balesetet vagy az eszközök meghibásodását azonnal jelentsd a szaktanárnak!
- Munka közben mind a saját, mind társaid testi épségére vigyáznod kell!
- Tanóra végén rakj rendet az asztalodon tanárod és a laboráns irányításával!

1. óra

A rugóra függesztett test rezgésidejének vizsgálata

Emlékeztető

Rezgésnek nevezünk minden olyan mozgást, amely időben periodikusan ismétlődik, a test két szélsőhelyzet között mozog, vagyis a hely az időnek periodikus függvénye. Harmonikus rezgőmozgásról akkor beszélünk, ha a kitérés (hely) az időnek szinuszos függvénye. Harmonikus rezgőmozgás jön létre akkor, ha egy testre olyan erőerő hat, melynek nagysága egyenesen arányos a kitéréssel, de vele ellentétes irányú. Ilyen erőtvény vonatkozik például a rugóra.

Alapfogalmak:

rezgésidő (T) – egy teljes rezgés ideje

frekvencia/rezgésszám (f) – időegységre eső rezgések száma

amplitúdó (A) – maximális kitérés

Bebizonyítható, hogy az egyenletes körmozgás síkbeli merőleges vetülete harmonikus rezgőmozgás, ezért szoros az összefüggés a kétféle mozgás között.

Körfrekvenciát, melynek jele ω , kiszámítása: $\omega = 2\pi f$

A harmonikus rezgőmozgás kitérését az

$$y = A \cdot \sin \alpha = A \cdot \sin \omega \cdot t \quad \text{képlet írja le.}$$

Ez a képlet természetesen csak ideális esetben igaz, azaz amikor eltekintünk a súrlódástól, és minden egyéb veszteségtől, mert a valóságban egy rezgés amplitúdója nem állandó, hanem folyamatosan csökken.

A harmonikus rezgőmozgás sebességét a $v = A \cdot \omega \cdot \cos \omega t$ összefüggéssel számolhatjuk ki.

Szintén a körmozgással való kapcsolatból származtatható a rezgőmozgás gyorsulása:

$$a = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t.$$

A rezgőmozgás periódusideje függ a mozgást végző test tömegétől (m) és a rugóállandótól (D), de nem függ a mozgás amplitúdójától. A rugóra függesztett test rezgésidejét az alábbi képlettel tudjuk kiszámítani:

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

Hasonló képlet érvényes a matematikai inga lengésidejére, amelyet – eltekintve a nehézségi gyorsulás esetleges változásától – egyetlen adat, az inga hossza (l) befolyásol:

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

Eszköz és anyaglista

Bunsen-állvány és -fogó	stopperóra
rúd a rugó rögzítéséhez	súlysorozat
rugó	a súlysorozatnál kisebb tömegű ismeretlen tömeg

Munkavédelem

Munkavédelmi előírások nincsenek.

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A rugóra akasztjuk az ismert tömegű testet, majd egyensúlyi helyzetéből kitérítve megmérjük a rezgésidőt. Célszerű 10 teljes rezgés idejét megmérni, a mérést többször megismételni, és az így kapott értékekből átlagot számolni. A mérést újra elvégezzük legalább 4 különböző (ismert) tömeg esetén. Végül megismételjük a méréssorozatot az ismeretlen tömeggel is. Az ismert tömegek segítségével meghatározott D segítségével kiszámoljuk az ismeretlen tömeg nagyságát.

Próbáljuk meg meghatározni, hogy milyen hibák léphetnek fel a mérés során!



.....

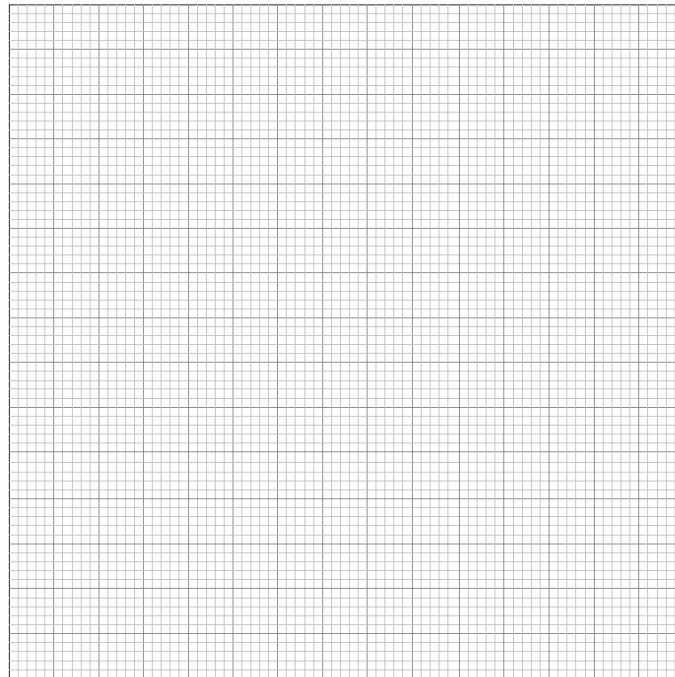
.....

.....

(t/10)	$m_1 = \dots$ (kg)	$m_2 = \dots$ (kg)	$m_3 = \dots$ (kg)	$m_{\text{ismeretlen}}$ (kg)
T_1 (s)				
T_2 (s)				
T_3 (s)				
$T_{\text{átlag}}$ (s)				
D				$m_{\text{mérleg}} = \dots$ kg
$D_{\text{átlag}}$				$m_{\text{mért}} = \dots$ kg

Számítás:

Készítsünk grafikont a rezgésidő és a tömeg kapcsolatáról ($T \sim \sqrt{m}$)! Értelmezzük a kapott görbét!



Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Gyakorlatilag is igen fontos eset az, amikor egy rezgésre képes rendszer rezgései valamilyen külső, periodikus hatás (kényszer) működése közben zajlanak le. Az ilyen rezgéseket kényszerrezgéseknek nevezik. A külső kényszer sokféle lehet.

A rezonancia fizikai jelenség, mely gerjesztett rezgéseknél lép fel olyankor, ha a gerjesztés frekvenciája és a rezgő rendszer szabadrezgéseinek frekvenciája közel van egymáshoz.

A Tacoma- híd összeomlása 1940-ben. A világ harmadik legnagyobb függőhídja, amely az egyesült államokbeli Tacoma tengerszorosban található, alig négy hónappal az átadás után egy közepes (68 km/h) viharban 1940. november 7-én összeomlott.

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=j-zczJXSxnw

Kármán Tódor (1881–1963)

A Kármán-féle örvénysor elméletét. Ennek az a lényege, hogy ha egy kellően gyorsan áramló közegbe egy nem áramvonalas testet helyezünk, akkor ennek szélein örvények fognak leválni. A perdületmegmaradás törvénye miatt ez úgy történik, hogy felváltva válnak le az örvények a test egyik és másik oldalán, éspedig egymással ellentétes forgásiránnyal, s ezek egymást követve haladnak tova.

Baj akkor van, ha mondjuk egy magas kémény, karcsú épület, vagy egy híd szerkezetéről éppen olyan ütemben válnak le az örvények, hogy rezonancia alakul ki. Hogy ez ne következzen be,

a kéményeknél, hűtőtornyoknál egy hosszanti, vagy éppen csavart bordával próbálják megakadályozni ennek a rezonanciának a kialakulását.

A Kármán-féle örvénysorok kialakulását a természetben sok helyen megfigyelhetjük, például erős szélben a zászló lobogását is ilyen örvénysorok idézik elő. De szépen kirajzolják a felhők ezt az örvényjelenséget kiemelkedő természeti képződmények, hegyek, szigetek mögött, ha huzamosabb ideig egy irányban fúj a szél, ahogy ez látható az alábbi fotón is.

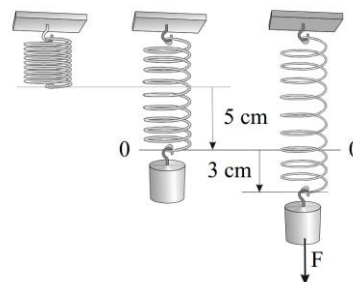


Házi feladat

Emelt szintű érettségi feladat 2008. október

Egy felfüggesztett, nyújtatlan rugót egy ráakasztott test 5 cm-rel nyújt meg. A testet 3 cm-rel az egyensúlyi helyzet (0) alá visszük, és ott elengedjük.

Mekkora lesz a rezgés periódusideje, a rezgő test maximális sebessége és maximális gyorsulása? Mekkora lesz a mozgási energiája az egyensúlyi helyzeten való áthaladáskor, ha a test tömege 200 gramm? ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



Megoldás:

Felhasznált irodalom

<ftp://mail.ckik.hu/.../Rezonancia%20katasztrófák%20világunkban.pptx>

<http://www.ng.hu/Tudomany/2013/08/karmanorveny>

<http://oktatás.hu>

2. óra

Egyenletesen gyorsuló mozgás vizsgálata lejtőn - Galilei történelmi kísérlete

Emlékeztető

1. Definiáld a következő fogalmakat!

– egyenletes mozgás:

.....

– egyenletesen gyorsuló mozgás:

.....

– egyenletes körmozgás:

.....

Az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás

– nincs kezdősebesség $s = \frac{a}{2} t^2$ $v = a \cdot t$

– van kezdősebesség $s = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} t^2$ $v = v_0 + a \cdot t$

($a > 0$ gyorsuló mozgás; $a < 0$ lassuló mozgás)

2. Mi az átlagsebesség és a pillanatnyi sebesség?

.....

.....

.....

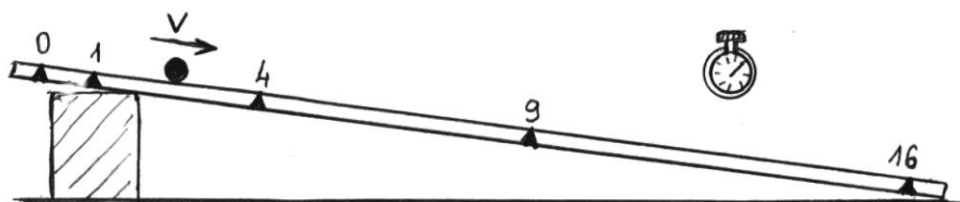
3. Hogyan, mire használható a mozgások sebesség–idő grafikonja?

4. Mekkora a gyorsulása a lejtőn lecsúszó testnek, ha nincs súrlódás? És ha van súrlódás?

Eszköz és anyaglista

kb. 2 m hosszú, változtatható hajlásszögű lejtő	stopper
csapágygolyó	szögmérő
mérőszalag	szigetelő szalag

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

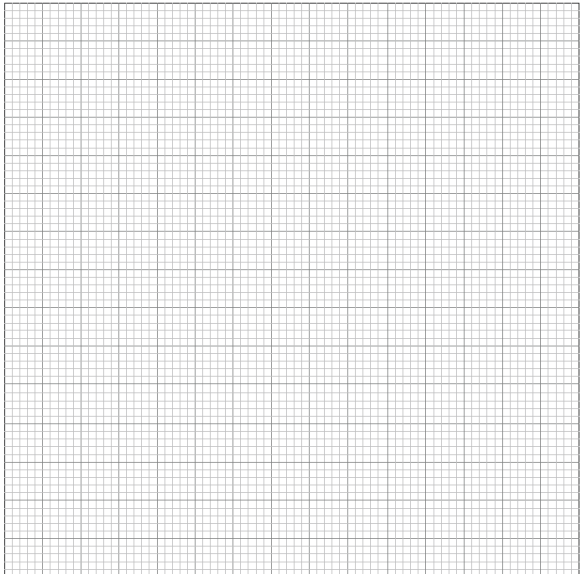


A sín egyik végét alátámasztva az ábra szerint lejtőt kell készíteni. A lejtő ne legyen túlságosan meredek, elegendő, ha a mindössze néhány cm az emelkedése. A lejtő felső végétől néhány cm távolságban a lejtő oldalára ragasztott szigetelőszalaggal bejelöljük az indítási pontot, majd ettől mérve 10, 40, 90 és 160 centiméteres távolságokban további jelöléseket teszünk a lejtő oldalára. A golyót a lejtő tetejéről elengedve mérni kell a bejelölt pontokig megtett utak megtételéhez szükséges időtartamokat. Figyeljünk arra, hogy a mérést akkor indítsuk, amikor a golyó elhalad az első jelzés előtt. Háromszor mérjük meg, hogy a legfelső ponttól mennyi idő alatt ért el egy-egy adott pontig a golyó. A három időértéket átlagoljuk, ez lesz az adott út megtételéhez szükséges idő. Az út és a megtételéhez szükséges átlagos idő ismeretében készíthető el az út–idő grafikon. A mérést ismételjük meg különböző lejtőszögek esetén.

s (m)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	$t_{\text{átl}}$ (s)	a ($\frac{m}{s^2}$)	v ($\frac{m}{s}$)	$v_{\text{átl}}$ ($\frac{m}{s}$)
0,1							
0,4							
0,9							
1,6							
0,1							
0,4							
0,9							
1,6							
0,1							
0,4							
0,9							
1,6							

út–idő

sebesség–idő

	
---	--

Gyűjtsük össze, hogy milyen tényezők befolyásolhatják mérésünk pontosságát!

.....

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Emelt szintű érettségi feladat 2008. október (módosított)

Álló helyzetből elengedett pontszerű test csúszik le egy 1 m magas, 30 fokos hajlásszögű lejtőn. Ezután egy ismeretlen magasságú, 60 fokos hajlásszögű lejtőn engedjük le a testet. Azt tapasztaljuk, hogy a lecsúszás ideje a két esetben azonos volt. (A súrlódás elhanyagolható.)

- Mekkora a 60 fokos hajlásszögű lejtő hossza?
- Mekkora sebességgel érkezik le a test a lejtők aljára az első és a második esetben?
- A második lejtőn mekkora út megtétele után éri el a test az első lejtőn elért végsebességet?

Megoldás:

Házi feladat

Nézz utána Galileo Galilei munkásságának! Milyen felismerései, felfedezései voltak? Hogyan viszonyult az egyház tudományos eredményeihez?

Felhasznált irodalom

<http://oktatás.hu>

3. óra

Tapadókorongos játékpisztoly-lövedék sebességének mérése ballisztikus ingával

Emlékeztető

1. Hogyan szól Newton I. törvénye?

.....
.....

Egy pontszerű test tömegének és sebességének szorzatát lendületnek nevezzük. A lendület vektormennyiség, iránya megegyezik a pillanatnyi sebesség irányával, tehát a test mozgásának mindenkori irányával.

jele: I

kiszámítása: $\vec{I} = m \cdot \vec{v}$

mértékegysége: $[I] = kg \cdot \frac{m}{s}$

Az olyan anyagi rendszereket, melyeken környezetük változást nem hoz létre, mert a külső hatások elhanyagolhatók vagy kiegyenlítik egymást, zárt rendszernek tekinthetjük. A megmaradási tételek csak zárt rendszerekre alkalmazhatók. Ezt általánosítva kimondható, hogy a zárt rendszert alkotó testek lendületváltozásainak (vektori) összege nulla, tehát a zárt rendszer lendülete állandó. Ez a lendületmegmaradás törvénye, ami tehát kétféle módon is megfogalmazható:

$$\vec{I} = \sum_{i=1}^n \vec{I}_i = \text{állandó},$$

illetve

$$\vec{I} = \sum_{i=1}^n \Delta \vec{I}_i = 0.$$

Testek ütközése során – ha a testeket zárt rendszernek tekinthetjük – érvényes az impulzusmegmaradás törvénye.

Két test ütközését **tökéletesen rugalmasnak** tekintjük, ha a testek összes mozgási energiája az ütközés előtt és az ütközés után megegyezik.

Ha a testek tökéletesen rugalmasan ütköznek, a definíció miatt teljesül az impulzus és a mozgási energia megmaradása is.

Nagyon fontos, hogy a **tökéletesen rugalmatlan** ütközés során a mozgási energia nem marad állandó. A testek mozgási energiájának összege az ütközés során csökken. Fontos megjegyezni, hogy itt nemvész el energia, csak a kezdetben meglévő mozgási energia csökken. Az eltűnő

mozgási energia hő fejlődésére, maradandó alakváltozásra, az ütközést kísérő hanghatás energiájára fordítódik.

A matematikai inga lengésidejére, amelyet – eltekintve a nehézségi gyorsulás esetleges változásától – egyetlen adat, az inga hossza (l) befolyásol:

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

Az inga maximális sebessége (kicsiny kitérések esetén):

$$v_{\max} = A \cdot \frac{2\pi}{T}$$

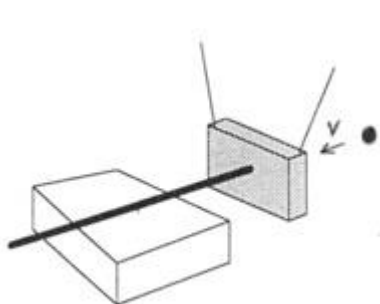
ahol A , a függőlegestől mért maximális elmozdulás.

Eszköz és anyaglista

tapadó lövedékes játékpisztoly	mérőszalag
bifilárisan felfüggesztett, tapadó felületű fahasáb	stopper
hurkapálca	fahasáb az elcsúszó hurkapálcának

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A tapadó felületű (a játékpisztoly lövedéke jól tapadjon rá) fahasábot bifilárisan függesztjük fel a Bunsen-állványra. A hurkapálcát helyezük a másik fahasábra úgy, hogy a felfüggesztett inga közepénél legyen, és éppen érintse azt. Jelöljük meg a hurkapálcán a kiindulási helyet szigetelőszalaggal vagy filccel. Néhány cm-es távolságból lőjünk az ingára a játékpisztollyal. Ügyeljünk arra, hogy a lövési távolság ne legyen túl nagy, valamint próbáljunk a test oldalára merőlegesen, a test középpontjába lőni. Ha pontosan sikerült a lövés, akkor az inga nem fog billegni és a lövedék rátapad. A hurkapálca mellett elhelyezett mérőszalagon olvassuk le a pálca elmozdulását. (Ha szükséges, akkor biztosítsuk, hogy a pálca egyenes mozogjon.) Az elmozdulás távolságának leolvasásán kívül mérjük meg az inga lengésidejét. (Praktikusan célszerű 10 lengés idejét mérni, majd ebből számolni.) A mérést háromszor végezzük el. Adatainkat jegyezzük fel, majd ezek alapján határozzuk meg a lövedék sebességét.



A (m)	t (s)	T (s)	v_{max} (m/s)	$v_{löv}$ (m/s)	$v_{löv}^{átl}$ (m/s)

A lövedék sebességét a tökéletesen rugalmatlan ütközés segítségével számolhatjuk ki. (M az inga tömege, v_{max} a maximális sebessége, m_l a lövedék tömege, $v_{löv}$ a sebessége.)

$$m_l \cdot v_{löv} = (M + m_l) \cdot v_{max}$$

Az inga maximális sebességét a lengésideőből, a

$$v_{max} = A \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

képlet alapján határozhatjuk meg.

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Rakéta-elv fizikai alapja

Ha egy testre egy másik test F erővel hat, akkor a második test az első testre ugyanekkora nagyságú, fordított irányú ellenerővel hat. (Newton III. törvénye: a hatás–ellenhatás törvénye.)

Sugárhajtómű: Olyan hajtómű, amelybe elől beáramlik az üzemanyag elégetéséhez szükséges levegő. Az üzemanyag elégetésekor ez a levegő, és az égéstermékek felmelegsznek és az így

keletkező nagy sebességű gázszögár tolja előre a járművet. Hátránya: A világűrben nem alkalmazható, mert külső levegőre van szüksége.

Rakétahajtómű: A tartályban levő üzemanyagot elégetve, a gázt nagy sebességgel áramoltatja ki, fűvókán keresztül. Így a kis tömegű égéstermék impulzusa elegendően nagy, és a rakéta ezzel azonos impulzust nyer ellenkező irányban. Előnye: A világűrben is használható.

Kozmikus sebességek

Első kozmikus sebesség vagy körsebesség az a sebesség, amellyel egy égitest felszínével párhuzamosan indított test körpályán kering. Nagysága az égitest tömegével egyenesen, az indítás magasságával fordítva arányos. A Föld esetén a körsebesség nagysága 7,9 km/s, a legalacsonyabban (körpályán) keringő műholdak sebessége ennél valamivel kisebb. Lassabb indítás esetén a test visszaesik a Földre. Minél nagyobb az indítási sebesség, annál elnyúltabb a pályaelipszis. A műholdak szinte kivétel nélkül ilyen ellipszispályákon keringenek.

Második kozmikus sebesség vagy az ún. szökési sebesség. Földre vonatkozó értéke a felszín közelében 11,2 km/s. A Napra vonatkozó első kozmikus sebesség a bolygók távolságában az illető bolygó közepes keringési sebességével egyezik meg. Ez a Föld esetében 30 km/s.

A harmadik kozmikus sebességre kell felgyorsítani egy testet, hogy végleg eltávolodjon a Naprendszerből. Nagysága a Földre vonatkozó szökési sebességből és a Föld távolságában a Napra vonatkozó szökési sebességből számítható ki, értéke 16,6 km/s.

Házi feladat

Emelt szintű érettségi feladat 2010. május (módosított)

Egy magfizikai kísérletben egy neutron eltalálta egy héliumatom magját, és az ennek hatására deutériummá és tríciummá hasadt szét: ${}_0^1n + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H}$. Mekkora volt a neutron sebessége az ütközés előtt, ha a héliumatom az ütközés előtt állt, a reakcióban keletkező deutérium és trícium együttes mozgási energiája pedig $E_{\text{DT}} = 0,9 \cdot 10^{-12}$ J? A fény sebességének hány százaléka a neutron ütközés előtti sebessége? A neutron tömege $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg, a héliumé $m_{\text{He}} = 6,6465 \cdot 10^{-27}$ kg, a trícium tömege $m_T = 5,0083 \cdot 10^{-27}$ kg, a deutériumé pedig $m_D = 3,3436 \cdot 10^{-27}$ kg. Mennyi volt a neutron ütközés előtti de Broglie hullámhossza? (A neutron sebességét a mozgási energia klasszikus képlete alapján határozza meg!) ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

Felhasznált irodalom

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszetudomanyok/fizika/fizika-9-evfolyam/utkozesekek/tokeletesen-rugalmatlan-utkozes>
www.kki-darany.hu/new; <http://oktatás.hu>

4. óra

A nehézségi gyorsulás értékének meghatározása Audacity számítógépes akusztikus mérőprogram segítségével

Emlékeztető

Kezünkől egy papírlapot és egy vasgolyót elejtve jól láthatóan a vasgolyó érkezik előbb a talajra. A papír mozgását (esését) a légellenállás jelentősen befolyásolja. A papírt kis gombóccá összegyűrve szemmel alig látunk különbséget a két test esése között. Vákuumos ejtőcsőből a levegőt kiszivattyúzva, majd egy tollpihét és egy kis vasdarabot egyszerre leindítva, azok egyszerre érkezik a függőleges helyzetű cső aljára. Ez azt jelenti, hogy légüres térben, amikor a testekre a Föld vonzó hatásán kívül más erő nem hat, a testek azonos gyorsulással mozognak, esnek. Ez a jelenség a szabadesés. Kis magasságokból viszonylag nagy tömegű, de kis méretű testeket elejtve, azok jó közelítéssel szabadesést végeznek.

A szabadesés kezdősebesség nélküli egyenletesen gyorsuló mozgás. A szabadon eső testek gyorsulása Magyarországon, a föld közelében $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$.

$$h = \frac{g}{2} t^2$$

$$v = g \cdot t$$

A gravitációs térben történő függőlegesen lefelé hajítás összefüggései:

$$h = v_0 \cdot t + \frac{g}{2} t^2$$

$$v = v_0 + g \cdot t$$

A gravitációs térben történő függőlegesen felfelé hajítás összefüggései:

$$h = v_0 \cdot t - \frac{g}{2} t^2$$

$$v = v_0 - g \cdot t.$$

Ez utóbbi esetben a h nem a megtett utat adja meg, hanem a kiindulástól mért előjeles távolságot. (Felfelé pozitív.)

Eszköz és anyaglista

csapágygolyók	érdes felületű kerámia lap (padlólap)
beépített vagy számítógéphez kötött mikrofon	számítógép
állítható magasságú állvány a kerámia laphoz	mérőszalag
„Audacity” számítógépes program (ingyenesen letölthető)	

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

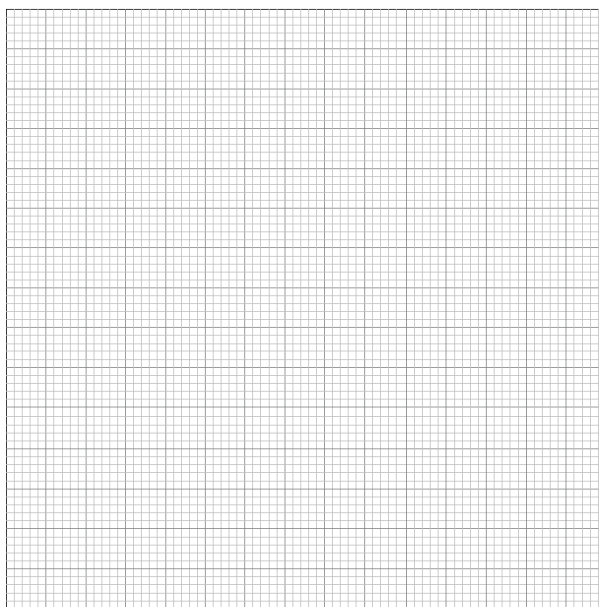
Állítsuk be adott magasságba a kerámia lapot, biztosítva, hogy a golyó a végén szabadon leeshessen. A csapágygolyót lassan gurítsuk el, ez jellegzetes hangot fog adni. A lap szélét elérve a hang megszűnik, majd a leérkező golyó hangos koppanással fejezi be az esését. Az Audacity programmal vegyük fel a mozgás zaját. A lapon való gurulás, az esés kezdete és vége a hangfelvételen jól elkülöníthetőek és így pontosan megmérhető az esés ideje. Egy adott magasság

esetén végezzünk három mérést, majd ezek átlagát vegyük az adott magassághoz tartozó esési időnek. Méréseinket legalább 4 különböző magasság esetén ismételjük meg. A mérési adatokat foglaljuk táblázatba, majd ezek segítségével határozzuk meg a nehézségi gyorsulás értékét!

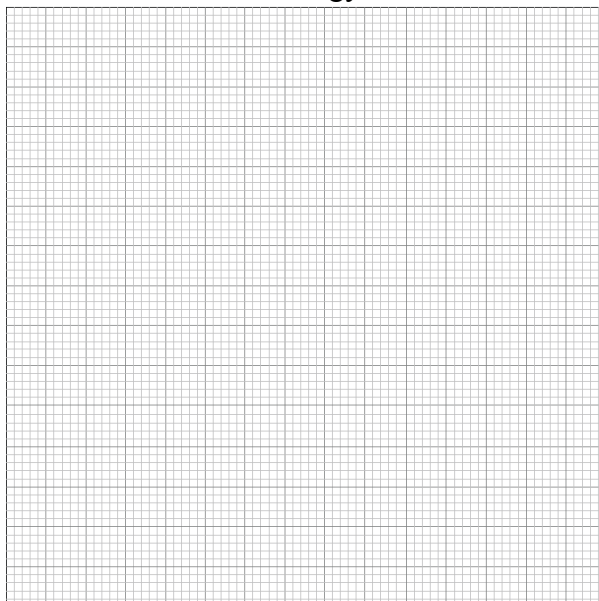
Készítsünk út–idő és út–időnégyzet grafikonokat! Milyen kapcsolatban van ez utóbbi grafikon a nehézségi gyorsulással?

$h \text{ (m)}$	$t_1 \text{ (s)}$	$t_2 \text{ (s)}$	$t_3 \text{ (s)}$	$t_{\text{átl}} \text{ (s)}$	$t_{\text{átl}}^2 \text{ (s)}$	$g \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$	$g_{\text{átl}} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$

út–idő



út–időnégyzet



Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Nézz utána az interneten ember által végrehajtott legmagasabbról történt szabadesésnek!

Mi köze van a súlytalanságnak a szabadeséshez?

Házi feladat

Emelt szintű érettségi feladat 2012. május (módosított)

Egy műhold az Egyenlítő fölött körpályán kering a Föld körül. A teljes egyenlítői tartomány fölötti elhaladáshoz 12 órára van szüksége.

- a) Mekkora a műhold keringési ideje, ha egy irányban kering a Föld forgásával?
- b) Mekkora lenne a műhold keringési ideje, ha ellentétes irányban keringene a Föld forgásával?
- c) Milyen magasan kering a műhold a Föld felszíne felett az a) esetben? Milyen magasra kellene följuttatni a b) esetben?



A gravitációs állandó $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2 \cdot \text{kg}^2}$, a Föld tömege: $M_{\text{Föld}} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, a Föld sugarára $R_{\text{Föld}} = 6370 \text{ km}$.

Megoldás:

Felhasznált irodalom

<http://oktatas.hu>