FÖLDI JÁNOS Természettudományi Laboratórium

Kinematika, dinamika II.

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 cserélgesd 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

Súlymérés

Emlékeztető

Merev test fogalma: Ha egy test mozgása során nem tekinthetünk el a test kiterjedésétől, akkor nem tekinthető pontszerű testnek. Ilyen esetben merev testről beszélünk. Általános értelemben úgy fogalmazhatunk, hogy akkor beszélünk merev testről, ha a test bármely két pontja közötti távolság állandó.

A merev test kétféle mozgást végezhet: haladó mozgást (transzláció) és forgó mozgást (rotáció).

A merev test egyensúlyának feltétele, hogy a rá ható erők eredője nulla legyen, valamint a rá ható erők forgatónyomatékainak eredője szintén nulla legyen:

$$\sum F_i = 0 \text{ és } \sum F_i \cdot k_i = 0.$$

Forgatónyomaték (M) az erő (F) és az erőkar (k) szorzata: $M = F \cdot k$.

Erőkaron a erő hatásvonalának a forgástengelytől (forgásponttól) mért távolságát értjük.

Ha a merev testre erőpár hat, akkor az erőpár forgatónyomatéka: $M = F \cdot d$. (Ahol a d az erőpár távolsága.) A forgatónyomatékhoz előjelet rendelünk úgy, hogy az óramutató járásával megegyező forgásirány negatív, míg az óramutató járásával ellentétes forgásirány pozitív előjelű forgatónyomatékot eredményez.

Sorolj fel olyan egyszerű gépeket, amelyek működése a forgatónyomatékon alapul! Melyek az egykarú és melyek kétkarú emelők?

....

....

....

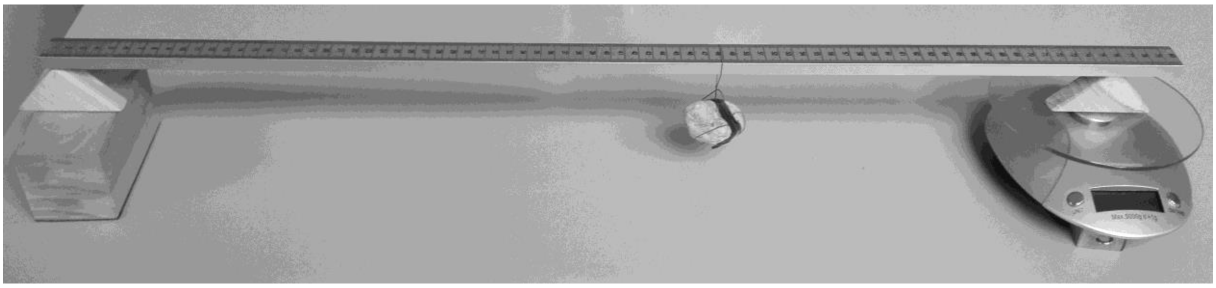
Egy-egy ilyen eszköznek írd le a működését!

Eszköz és anyaglista

1 m-nél valamivel hosszabb farúd cm beosztású skálával
mérleg (digitális asztali vagy rugós erőmérő)
a mérleg méréshatárát meghaladó ismeretlen tömegű test akasztóval ellátva

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A rudat egyik végén támasszuk alá egy ékkel, a másik végét a digitális mérlegre helyezett ékkel úgy, hogy a két alátámasztás között pontosan 1 m távolság legyen. Ezután akasszuk fel az ismeretlen tömeget a rúdra, négy különböző távolságra a végétől. Olvassuk le a mérleg által mutatott értékeket és a távolságokkal együtt foglaljuk táblázatba. Az adatok alapján határozzuk meg az ismeretlen tömeg nagyságát!



$m_{mérleg}$ (g)	k (cm)	$k_{mérleg}$ (cm)	m (g)	$m_{átlag}$ (g)

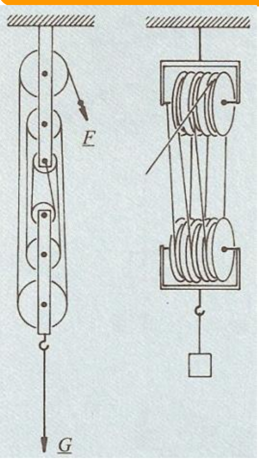
Számolás:

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

....

....

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések



Ha n darab álló és n darab mozgócsiga van, akkor az egyensúlyozó erő:

$$F = \frac{G}{2 \cdot n}$$

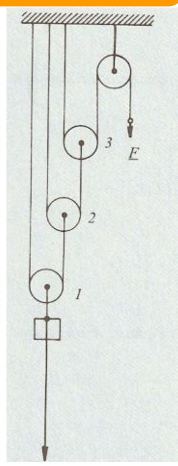
A daruk drótköteleit ilyen összeállításon keresztül vezetik.

Arkhimédészi csigasor

Minden újabb mozgócsiga beiktatása felezi az erőt.

Ha a mozgócsigák száma n, akkor a tartóerő:

$$F = \frac{G}{2^n}.$$



Házi feladat

Emelt szintű érettségi feladat 2013. május (módosított)

Egy m = 10 kg tömegű létrát ferdén a falnak támasztunk. A létra és a talaj közötti súrlódási együttható 0,4. A létra és a fal közötti súrlódás elhanyagolható. (A létra tömegközéppontja hosszának felénél van.)

a) Készítsen ábrát, amely a létrára ható erőket ábrázolja! Mekkora szögben lehet az üres létrát a falhoz támasztani anélkül, hogy megcsúszna?

b) A létrát úgy támasztjuk a falhoz, hogy a vízszintessel 60°-os szöget zár be. Hosszának hányad részéig mászhat fel rá egy 75 kg-os ember, mielőtt a létra megcsúszna?

Megoldás:

Felhasznált irodalom

http://ecseri.puskas.hu/oktseged/prezentaciok/mechanika

http://oktatás.hu

2. óra

Palack oldalán kifolyó vízsugár vizsgálata

Emlékeztető

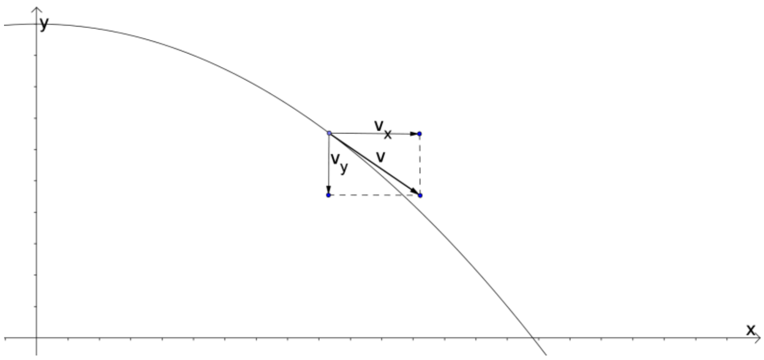
A vízszintes hajítás egy vízszintes irányú egyenletes mozgás $x = v_0 \cdot t$ és függőleges szabadesés

$$y = y_0 - \frac{g}{2} \cdot t^2$$

eredője. A vízszintes és függőleges sebesség komponensekre: $v_x = v_0$ és $v_y = -g \cdot t$.

A test sebessége az összetevők vektori eredője, melynek nagysága $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, iránya mindig a pálya érintője. A pálya alakja lefelé nyíló félparabola, melynek egyenlete:

$$y = y_0 - \frac{g}{2 \cdot v_0} \cdot x^2.$$

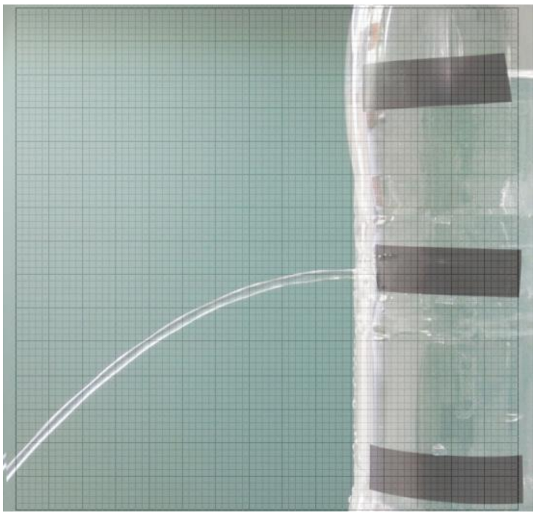


Eszköz és anyaglista

min. 2 l-es műanyag palack pontosan a felénél kicsiny lyukkal	
víz	egy magas peremű tálca
10–15 cm magas dobogó	szigetelőszalag
mérőszalag	tölcsér
digitális fényképezőgép állvánnyal és számítógéppel összekötve és hozzá egy nyomtató	

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A palackon a szigetelőszalag segítségével készítsünk három jelzést. A háromnegyedénél, a felénél, ahol a lyuk is van, valamint a negyedénél. A tálcát tegyük a lyuk felőli oldalra, és szigetelőszalaggal zárjuk le a lyukat! A digitális fényképezőgépet állítsuk be úgy, hogy az oldalról kifolyó vizet jól fotózhassuk! Töltsük feltöltjük vízzel. A lyukat lezáró szigetelőszalagot távolítsuk el, és készítsünk fényképet, amikor a vízszint eléri a felső jelzést! próbáljunk meg több képet készíteni! Figyeljünk arra, hogy a palack és a tálcába érkező vízsugár is teljes egészében látszódjon a fényképen.



A legjobban sikerült három képet nyomtassuk ki és fényképek felhasználásával szerkesztéssel igazoljuk, hogy a vízsugár pályája parabola!

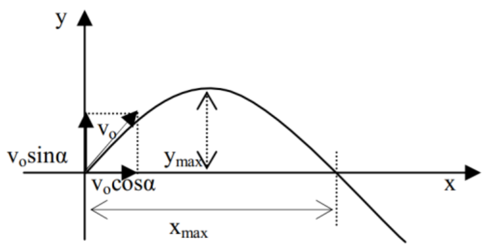
A fotók (vízszintes elmozdulás) és a mérés (függőleges elmozdulás) segítségével határozzuk meg, hogy mennyi a kiáramló vízsugár sebessége!

Rajzoljuk be a vízsugár pillanatnyi sebességének irányát a palackon bejelölt alsó negyed magasságában, s a sebességvektor vízszintes és függőleges komponensének aránya alapján igazoljuk, hogy a vízsugár sebességének vízszintes összetevője megegyezik azzal a sebességgel, amit egy szabadon eső test szerezne, ha épp olyan magasságból esne kezdősebesség nélkül, mint amekkora a palackban lévő vízfelszín és a palack oldalán lévő nyílás magasságkülönbsége! Az állítás igazolása során használjuk ki, hogy a szomszédos jelölések közötti távolság azonos!

Vessük össze a fotók segítségével számított vízszintes sebességkomponens értékét a szerkesztéssel kapott értékkel és keressünk magyarázatot az esetleges eltérésre!

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Ferde hajítás



A hajítás kezdőpontja a koordináta-rendszer origója, a hajítás síkja az *x*–*y* sík a kezdősebesség komponensekre bontásával:

vízszintesen: egyenes vonalú egyenletes mozgás

$$v = \acute{a}ll. \;\Rightarrow\; v_x = v_0 \cdot \cos\alpha$$

$$s = v \cdot t \;\Rightarrow\; x = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$$

függőlegesen: egyenes vonalú egyenletesen változó (lassuló) mozgás

$$v = v_0 - a \cdot t \;\Rightarrow\; v_y = v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot t$$

$$s = v_0 \cdot t - \frac{a}{2} \cdot t^2 \;\Rightarrow\; v_y = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{g}{2} \cdot t^2$$

ahol $g = 10\ \frac{m}{s^2}$

Az egyes irányokban mért maximális elmozdulások és a hajítás ideje:

$$s_{x,max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin(2\alpha)}{g}$$

$$s_{y,max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{2g}$$

$$t_{hajítás} = \frac{2 \cdot v_0 \sin\alpha}{g}$$

Házi feladat

Milyen tényezők befolyásolják a ferdén elhajított test mozgását? Nézz utána, hogy a különböző dobószámokban hogyan jelentkeznek ezek a hatások és hogyan próbálják ezeket csökkenteni? Miért volt hibás elképzelés Jules Verne: *Utazás a Holdba* című regényében az ágyúval kilőtt Hold-lövedék? Miért előnyösebb a rakétahajtás, mint az ágyúval történő lövés?

Felhasznált irodalom

http://fft.szie.hu/fizika/fiz-kerteszmernok/1011/nappali/kerteszea2-10-11.pdf
http://oktatas.gov.hu

3. óra

A hang sebességének mérése állóhullámokkal

Emlékeztető

Általában hullámról beszélünk akkor, ha valamilyen rugalmas közeg egy pontjában keletkezett rezgés a közegben továbbterjed.

A hullámban a közeg részecskéi nem végeznek haladó mozgást, annak ellenére, hogy ez látszólag így van. A részecskék mindegyike a saját helyén végez valamilyen rezgőmozgást. A hullámban a rezgés állapota, a fázis terjed tovább, ami azt jelenti, hogy mindegyik részecske a szomszédjánál valamivel későbbi fázisban kezdi el a rezgését.

Ha a hullám egyenes mentén terjed, akkor 1 dimenziós hullámnak nevezzük, ha síkban terjed, akkor 2 dimenziós, ha térben, akkor pedig 3 dimenziós hullámnak nevezzük. Ha a közegben a részecskék rezgésének iránya merőleges a terjedés irányára, akkor azt transzverzális hullámnak nevezzük, ha pedig a rezgés iránya egybeesik a terjedés irányával, akkor longitudinális hullámról (pl. hang) beszélünk.

Terjedő hullámban hullámhossznak nevezzük a terjedés irányában mérve két azonos fázisban lévő, szomszédos részecskék közötti távolságot. A hullámhossz jele: λ; a hullám frekvenciája (f) a rezgés frekvenciájával egyenlő. A hullám terjedési sebessége (c) tulajdonképpen megegyezik a fázis terjedési sebességével, vagyis azzal a sebességgel, amivel a rezgésállapot a közegben továbbterjed: $c = \lambda \cdot f$.

Ha egy hullám egy közeg határához ér, akkor a tapasztalat szerint onnan részben visszaverődik, részben pedig behatol a szomszédos közegbe. A határon visszaverődő és áthaladó hullámok a határfeltételektől függő fázisváltozást szenvedhetnek a beeső hullámhoz képest. A rögzített kötélvégről visszaverődő hullámban a kitérésnek a határon a beeső hullámmal ellentétesnek kell lennie – a fázisváltozás π – mert csak így maradhat ott mindig nulla a kitérés. Szabad végről történő visszaverődés esetén nincs fázisugrás. Ha egy olyan egyenes mentén keltünk folyamatos hullámokat, amelynek egyik vagy mindkét vége rögzített, akkor a végekről visszaverődő hullámok és a velük szembe haladó hullámok hatása összeadódik, és ennek hatására ún. *állóhullámok* alakulnak ki a közegben.

- ha mindkét vég rögzített, vagy mindkét vég szabad, akkor az egyenesen olyan állóhullámok alakulhatnak ki, hogy az egyenes hossza a fél hullámhossz egész számú többszöröse, azaz:

$$l = n \cdot \frac{\lambda_n}{2} = 2n \cdot \frac{\lambda_n}{4}$$

• ha csak az egyik vég rögzített, akkor az egyenesen olyan állóhullámok alakulhatnak ki, hogy az egyenes hossza a negyed hullámhossz páratlan számú többszöröse, azaz:

$$l = (2n - 1) \cdot \frac{\lambda_n}{4}$$

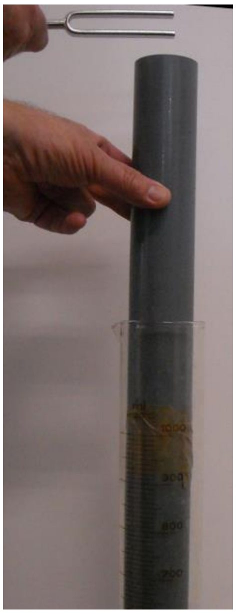
A fentiekben λ_n a lehetséges kialakuló állóhullámok hullámhossza.

Eszköz és anyaglista

egyik végén zárt, nagyméretű műanyag- vagy üveghenger	mérőszalag
mindkét végén nyitott, cm-es beosztású, a nagy hengerbe illesz-kedő műanyag cső	víz
ismert rezgésszámú hangvillák (3 db)	esetleg Bunsen-állvány

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A hengerbe töltsünk vizet! Az oldalán skálával ellátott műanyag csövet merítsük a vízbe. A csőben lévő levegőoszlopot alulról a víz zárja be, így a légoszlop hossza (a cső teteje és a víz-szint közötti távolság) a cső emelésével és süllyesztésével tetszés szerint változtatható. A cső szabad vége fölé tartsunk rezgésbe hozott hangvillát. A teljesen vízbe merített csövet egyre magasabbra emelve figyeljük meg, hogy mikor erősödik fel a hallható hang. A maximális hangerősséghez tartozó levegőoszlop-magasságot (ami tehát a cső felső szélének és a henger vízszintjének különbsége) le kell mérni. Ezután folytassuk a cső emelését egészen a második rezonanciahelyzetig, és mérjük le ismét a belső csőben lévő levegőoszlop hosszát! (A mérést megkönnyíthetjük, ha a csövet nem kézben tartjuk, hanem Bunsen-állványhoz rögzítjük lombikfogóval. A villa hangjának erősödése jelzi, hogy a csőben lévő légoszlop rezonál a hangvillára, azaz a csőben állóhullám alakul ki. Mivel a rezonancia egyik végén zárt csőben alakul ki, így a levegőoszlop hossza a negyed hullámhossz egyszerese, ill. háromszorosa lesz.



Méréseinket foglaljuk táblázatba és ezek alapján számítsuk ki a hang terjedési sebességét levegőben!

f (Hz)	**λ/4 (m)**	**3·λ/4 (m)**	**c_1 (m/s)**	**c_2 (m/s)**	**$c_{átl}$ (m/s)**

Végezz hibaszámítást és keresd meg, hogy mi okozhatta a mérés hibáját!

....

....

....

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Emelt szintű érettségi feladat 2008. május (módosított)

Egyik végén rögzített, másik végén szabad, 7 m hosszú kötélen 10 Hz frekvenciájú állóhullámokat alakítottunk ki. A végponttal együtt 4 csomópont keletkezett.

a) Készítsen rajzot! Mekkora a hullámhossz?

b) Mekkora sebességgel terjednek a hullámok a kötélben?

c) Mekkora egy csomópont és egy ezzel szomszédos duzzadóhely távolsága?

Megoldás:

Házi feladat

Nézz utána, hogy mik azok a Chladni-féle porábrák!

Felhasznált irodalom

http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/hullamtan.pdf
http://oktatás.hu

4. óra

Szilárd anyag (alumínium) fajlagos hőkapacitásának (fajhőjének) meghatározása

Emlékeztető

A különböző halmazállapotú anyagokkal hőt közelve megváltozik a hőmérsékletük vagy megváltozik a halmazállapotuk. Az előbbi esetben a közölt hő (Q) arányos az anyag tömegével (m) és a hőmérsékletváltozással (Δt). Az arányossági tényező a fajhő (c).

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

$$[c] = \frac{J}{kg \cdot K}$$

A fajhő és a tömeg szorzatát hőkapacitásnak nevezzük (C). Gázok esetén az állandó térfogaton, ill. az állandó nyomáson történő hőközlésekhez különböző fajhők tartoznak.

$$c_p - c_v = \frac{R}{M}$$

Ahol R = 8,314 J/mol·K, az egyetemes gázállandó, M az adott gáz moláris tömege.

Halmazállapot-változást a $Q = L \cdot m$ összefüggés írja le, ahol L az olvadáshő, forráshő, a lecsapódáskor felszabaduló hő, ill. a kristályosodási hő (a folyamat irányától és az állapotváltozástól függően). Fontos, hogy halmazállapot-változás közben mindaddig változatlan marad a hőmérséklet, míg a teljes anyagmennyiség át nem kerül az új halmazállapotba.

Fogalmazd meg többféleképpen a termodinamika I. és II. főtételét!

....

....

....

....

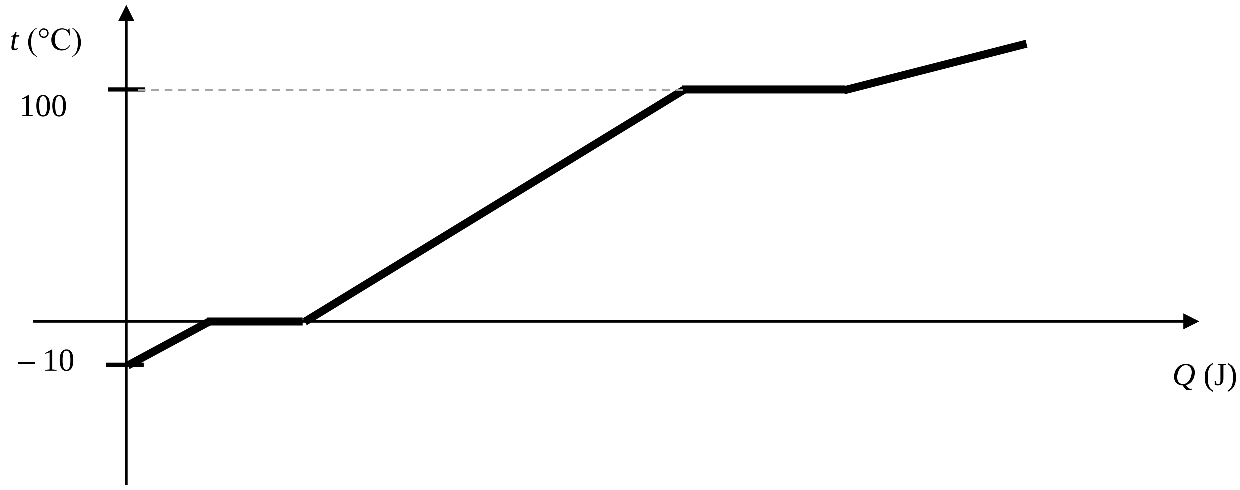
....

....

Hogyan szól a termodinamika harmadik főtétele?

....

....



Értelmezd a fenti grafikon egyes szakaszait!

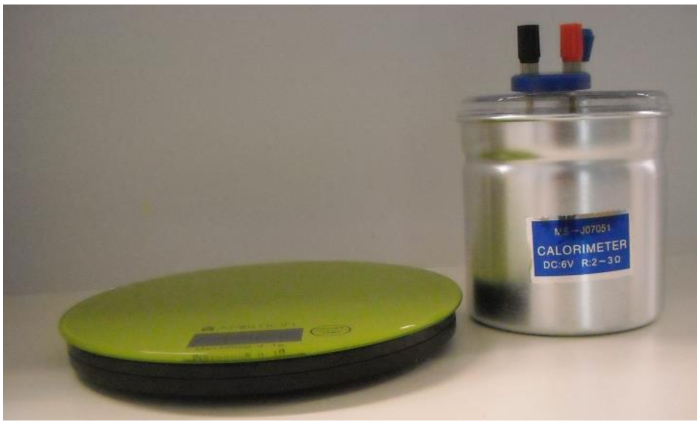
Eszköz és anyaglista

ismert hőkapacitású kaloriméter tetővel, keverővel	meleg víz
bothőmérő és szobai hőmérő	mérleg
3 db főzőpohár	tálca
törlőruha	alumíniumdarabok (pl. csavar)

Munkavédelem

A mérés során különös munkavédelmi előírások nincsenek. Vigyázzunk, ha túl forró a víz!

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



Mérjük le a szárazra törölt kaloriméter tömegét fedővel, keverővel és a hőmérővel együtt! A kalorimétert kb. háromnegyed részéig forró vízzel megtöltve ismét mérjük meg a tömegét. A két mérési eredmény alapján a kaloriméterbe töltött víz tömege pontosan megállapítható.

A szobai hőmérőn leolvassuk a szobahőmérsékletet, majd mérjünk le a szobahőmérsékletű, száraz fémdarabokból kb. kétszer annyit, mint a kaloriméterbe töltött víz tömege. Az alumínium tömegének nem kell pontosan megegyeznie a víz tömegének kétszeresével, de magát a mérést pontosan végezzük el!

Miután meggyőződtünk róla, hogy a kaloriméter hőmérséklete stabilizálódott, olvassuk le a kaloriméterben lévő meleg víz hőmérsékletét a hőmérőn!

Helyezzük a kaloriméterbe a lemért, szobahőmérsékletű száraz fémdarabokat! Néhány percnyi kevergetés után beáll az új hőmérséklet. Olvassuk le ismét a hőmérőt!

A mért tömeg valamint hőmérséklet adatok alapján határozzuk meg az alumínium fajhőjét! A számítást az alábbiak szerint végezhetjük el:

$$C \cdot (t_v - t_k) + c_v \cdot m_v \cdot (t_v - t_k) = c \cdot m(t_k - t).$$

Ahol *C* a kaloriméter ismert hőkapacitása, c_v a víz ismert ($4{,}18\ \frac{kJ}{kg \cdot °C}$) fajhője, t_v a meleg víz, t a szobahőmérséklet, t_k a víz és alumínium közös hőmérséklete, m_v a víz, m az alumínium tömege, c az alumínium meghatározandó fajhője. Ezt átalakítva kapjuk c-re:

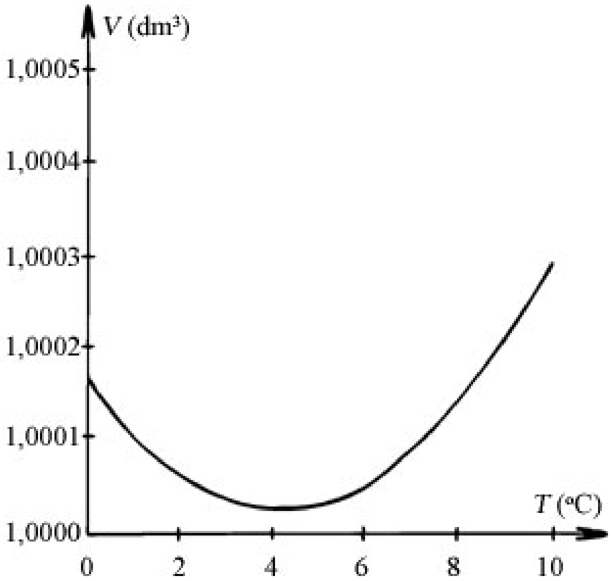
$$c = \frac{(t_v - t_k) \cdot (C + c_v \cdot m_v)}{m \cdot (t_k - t)}.$$

Az általunk kapott fajhő értéke biztosan el fog térni az irodalmi adattól. Mi okozhatta a mérés pontatlanságát?

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

A táblázatok általában nem tartalmazzák életünk legfontosabb folyadékának, a víznek a térfogati hőtágulási együtthatóját. Ennek oka a víz kivételes hőtágulási viselkedése. Ugyanis melegítés közben a víz 0°C-tól 4°C-ig nemhogy tágulna, hanem még össze is húzódik.

A víz hőtágulása magasabb hőmérsékleteken sem lineáris (nem követi az egyenes arányosságot). A víz fagyáskor sem követi a legtöbb folyadékra jellemző viselkedést, vagyis fagyásakor nem összehúzódik, hanem kitágul, tehát a jég könnyebb (kisebb sűrűségű), mint a víz. Tiszta víz esetén a fagyáskor fellépő sűrűségcsökkenés 8 %-os, ami igen nagy érték.



1 kg víz térfogata a hőmérséklet függvényében 0°C-tól 10°C-ig

A hőmérséklet és a hőmennyiség között először Joseph Black tett különbséget 1760 körül. (Érdekességként említhetjük meg, hogy Black legkiválóbb tanítványa James Watt, a gőzgép tökéletesítője volt.) Black munkásságának köszönhetjük a hőtan olyan alapvető fogalmainak megjelenését, mint a *hőmennyiség, fajhő, forráshő, olvadáshő, párolgási hő*. Black úgy vélte, hogy a hő valami folyadék, fluidum, szubsztancia, amelyet minden test tartalmaz. Ezt a hőfolyadékot „caloricum”-nak nevezte el.

Black elképzeléseit erről a hőszubsztanciáról így foglalhatjuk össze: A caloricum olyan rugalmas folyadék, fluidum, amelynek egyes részei egymást taszítják, ugyanakkor a közönséges anyag részei vonzzák őket az anyag minőségétől és a halmazállapottól függő módon. Ez a fluidum nem semmisíthető meg és nem is teremthető, tehát rá ugyanaz a megmaradási törvény vonatkozik, mint a közönséges anyagra, melyben a caloricum jelen lehet érzékelhető módon és latens (rejtett) módon is. Ilyenkor a hőszubsztancia mintegy kémiai vegyületet képez a közönséges anyaggal. Elismerésre méltó, hogy a vérbeli kísérleti fizikus Black mennyire tisztán látta, hogy a caloricum-elmélet csupán hipotézis, mert hőfolyadékot önállóan senki sem tudott megfigyelni. Az elmélet olyan jól használhatónak bizonyult, hogy később sokan tényként fogadták el a hőfolyadék létezését. Black határozta meg a caloricum (mai szóhasználattal élve a hőmennyiség) mértékegységét, a kalóriát.

Házi feladat

Emelt szintű érettségi feladat 2012. október (módosított)

Egy 0,3 kg tömegű vasgolyót 1 méter magasságból 0,2 kg tömegű rézlemezre ejtünk, melyen néhány pattanás után megáll. A golyó indulásakor a két fém hőmérséklete azonos. A rendszer hőszigetelt vákuumtartályban van. Az egyensúly beállta után mennyivel emelkedett a vasgolyó hőmérséklete? ($c_{réz} = 385\ \frac{J}{kg \cdot °C}$, $c_{vas} = 460\ \frac{J}{kg \cdot °C}$, $g = 10\ \frac{m}{s^2}$)

Megoldás:

Felhasznált irodalom

http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/fizika/fizika-10-evfolyam/a-hoenergia-es-a-fajho/kiegeszites-a-hoenergiahoz
http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/fizika/fizika-10-evfolyam/folyadekok-hotagulasa/a-viz-kiveteles-hotagulasi-viselkedese
http://oktatas.hu