

Hótan

# Fizika 10.

Készítette: Rapavi Róbert

Lektorálta: Gavlikné Kis Anita

Kiskunhalas, 2014. december 31.



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 eszközkidást, 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 rendeltetészerűen, tanári engedéllyel szabad használni!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetészerűen 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

## Szilárd anyagok és folyadékok hőtágulása

**Emlékeztető**

Hőtágulásról akkor beszélünk, ha egy test hőmérsékletének megváltozásának következtében megváltozik a test mérete. (Általában megnő.) Szilárd anyagoknál szokás lineáris (vonalas) és köbös (térfogati) hőtágulásról beszélni, míg folyadékoknál csak a köbös hőtágulásról.

Vonalas hőtágulásnál a test egyik mérete lényegesen nagyobb többinél (vezetékek, sínek). Hőtágulás során a testek hossza szabad szemmel észrevétlenül megváltozik, ennek ellenére óriási feszültségek, erők ébrednek ilyenkor a testben, aminek nagy gyakorlati jelentősége van.

Az, hogy mennyivel változik meg egy test hossza, három dologtól függ. Attól, hogy mennyi volt kezdetben a test hossza, hogy mekkora volt a hőmérséklet-változás és attól, hogy milyen anyagról van szó. Első közelítésben ez azt jelenti, hogy a hosszváltozás a hőmérséklet-változás lineáris függvénye.

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

Ahol  $\Delta l$  a hosszváltozás,  $\Delta t$  a hőmérséklet-változás,  $\alpha$  az anyagi minőségre jellemző állandó, a lineáris vagy vonalás hőtágulási együttható.

(Az  $\alpha$  értéke függ a hőmérséklettől, de ettől általában eltekinthetünk.)

Ha a szilárd test minden irányban tágul, akkor térfogati vagy köbös hőtágulásról beszélünk.

Ebben az esetben a test térfogatváltozást jó közelítéssel a következő összefüggéssel számolhatjuk:

$$\Delta V = 3\alpha \cdot V_0 \cdot \Delta t$$

A változás utáni hosszat és térfogatot az alábbiak szerint határozhatjuk meg:

$$l = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t) \text{ és } V = V_0 \cdot (1 + 3\alpha \cdot \Delta t)$$

Folyadékok esetén hasonló összefüggések érvényesek a térfogatváltozásra. Itt  $\beta$  térfogati (köbös) hőtágulási együtthatója a folyadéknak. Ez is anyagi minőségre jellemző állandó.

$$\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta t \text{ és } V = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta t)$$

A gázok hőtágulásával külön foglalkozunk, most csak annyit említünk meg, hogy hőtágulásuk anyagi minőségtől független, minden gáz esetén 1 °C hőmérséklet-változás hatására térfogatuk 1/273-ad részével változik meg.

**Munkavédelem**

Figyelj, mert nyílt lánggal, forró testekkel, folyadékokkal kell dolgoznod! Az eszközök közül

sok törékeny!



### Eszköz és anyaglista

lineáris hőtágulási készülék	denaturált szesz
vatta	cseppentő
Gravesande-karika	borszeszegő
vasháromláb lángelosztóval	100–150 ml-es lombik
egyenes üvegcső gumidugóval	2 db O-gyűrű
hőmérő	színezett víz
vonalzó vagy mérőszalag	

### A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

**Tanári kísérlet** – Cseppentőt használva vagy óvatosan öntve töltünk denaturált szeszt a készülék vályújába. Helyezzük el az egyik fémrudat a tartóba. Az állító csavarral szorítsuk be a fémrudat, hogy éppen a műszer mutatójához érjen és a mutató a skála nulla értékéhez mutasson. Ezután gyűjtjük meg a denaturált szeszt. Írjuk le, mit tapasztalunk! .....

Miután a szesz elégett, kémcsőfogóval fogjuk meg a rudat és helyezzük fémtálcára. Vigyázz! Nagyon forró a fém! Ismételjük meg a kísérletet két másik anyagú fémrúddal is. Hasonlítsuk össze, hogy melyik fém esetén mozgott leggyorsabban (tért ki legnagyobb mértékben) a mutató. A láng nem biztos, hogy mindhárom esetben egyformán ég, de szerencsés esetben jól megkülönböztethető a három különböző anyagi minőségű rúd hosszváltozása.

Legjobban tágult: .....

Közepesen tágult: .....

Legkevésbé tágult: .....



Ezután a **Gravesande-karika** segítségével tanulmányozzuk a fémek köbös hőtágulását. **Tanári kísérlet**

A készülék egy lyukas alumínium lemezből és egy vasgolyóból áll. Azonos hőmérsékleten a lyukon éppen átfér a golyó. Először borszeszegő fölött melegítjük fel a golyót és figyeljük meg, mit tapasztalunk! .....

Magyarázzuk meg a látottakat! .....

Várjunk egy kicsit, míg hűl a golyó és próbáljuk meg átengedni a lyukon. Sikerül-e? .....

Újra melegítsük fel a golyót, majd mikor már nem fér át a lyukon, kezdjük el melegíteni a lemezt is. Mit látunk? .....

Látjuk, hogy a lyukat tartalmazó testek (gyűrű) ugyanúgy tágulnak, mintha a lyuk is az adott anyaggal lenne kitöltve.

### Folyadék hőtágulási együtthatójának mérése

Töltsük meg a lombikot pontosan megmért térfogatú hideg, színezett vízzel. (Nem kell csordultig tölteni.) Mérjük meg a víz hőfokát. Ezután nyomjuk bele szorosan a gumidugót és jelöljük meg a gumigyűrűvel a vízszintet. Ezután a borszeszégővel melegítsük fel, amíg kb. 10–15 cm-t emelkedik a vízszint. Jelöljük be a másik gyűrűvel ezt a vízszintet is. Vegyük el a lángot és mérjük meg a víz hőmérsékletét. A mért adatok segítségével számítsuk ki a víz térfogati hőtágulási együtthatóját.

Kezdeti térfogat ( $V_0$ ): ..... ml.

Kezdeti hőmérséklet: ..... °C.

Végso hőmérséklet: ..... °C.

Hőmérséklet-változás ( $\Delta t$ ): ..... °C.

Vízszintek különbsége ( $\Delta l$ ): ..... mm.

A cső belső átmérője ( $d$ ): 5 mm. A cső keresztmetszete ( $A = d^2 \cdot \pi / 4$ ): ..... mm<sup>2</sup>

A térfogatváltozás ( $\Delta V = A \cdot \Delta l$ ): ..... ml.

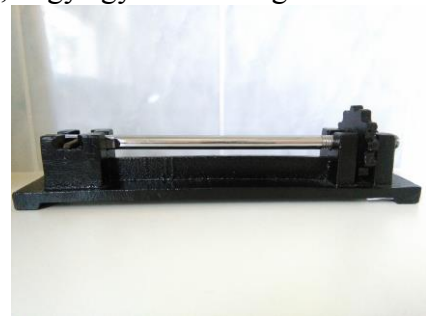
$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta t} = \frac{1}{\text{°C}}$$

Hasonlítsuk össze a kapott eredményt az függvénytáblázatban található értékkel! Keressünk okokat az eltérésre! .....

### *Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések*

#### Tyndall-féle vastörő (tanári kísérlet)

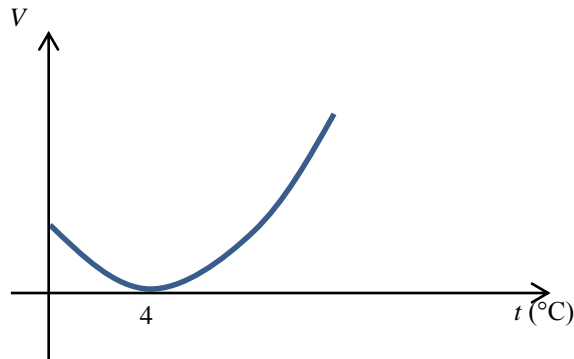
A Tyndall-féle vastörő alkalmas a hőtágulás során fellépő igen nagy feszültségek, erők szemléltetésére, kimutatására. A működés lényege nagyon röviden, hogy egy acélrúd végébe a rúdra merőlegesen egy másik fémrudat helyezünk. A felmelegített rudat egy csavarral két fémpofa közé feszítjük. A lehülő acélrúdban ébredő feszítőerő a rúd végébe helyezett másik fémrudat elhajlítja, esetleg eltöri.



A víz hőtágulása kivételes, rendellenes.

- 0 °C és 4 °C között nem nő, hanem csökken a térfogata

- 4 °C-on a legkisebb a víz térfogata, ebből következően a legnagyobb a sűrűsége
- a víz hőtágulása magasabb hőmérsékleten sem lineáris (Nem minden táblázat tartalmazza a víz hőtágulási együtthatóját.)



A víz különleges viselkedésének lényeges szerepe van a felszíni vizek lehülésénél, befagyásánál. Ha a felszíni réteg 4 °C-ra hűl, akkor mivel ez sűrűbb a környezeténél lesüllyed, áramlás indul meg az alsó melegebb és a felső hidegebb vízréteg között. Ez mindaddig tart, míg a teljes vízmennyiség 4 °C-ra le nem hűl. Ettől kezdve a felszíni réteg tovább hűl (kisebb sűrűségű), majd a víz felülről elkezd fagyni. Ha elég mély a víz és nincs szörnyű hideg, akkor a fagyás nem éri el a legalsó vízréteget, a növények és állatok a 4 °C-os vízben életben maradhatnak. A vízzel ellentétben minden más folyadék alulról felfelé fagy meg. A víz, fagyás és olvadás közben történő térfogatváltozásának még számtalan, a mindennapi életben megfigyelhető, ill. figyelembe veendő következménye van. A víz megfagyásakor meglehetősen nagy mértékben, mintegy 8%-kal növekszik a térfogata. E sajátosságnak szerepe van a felszínalakító folyamatok közül az egyik legfontosabban, a kőzetek aprózódásában. Emlékszel még a hidrosztatikára? Emelkedik-e a vízszint, ha elolvad egy úszó jégtömb? .....

### *Házi feladat*

Gyűjtsünk össze a mindennapi életből vett példákat, ahol a szilárd anyagok lineáris és köbös, valamint a folyadékok köbös hőtágulását figyelembe kell venni, illetve a berendezések, eszközök működésénél felhasználják ezeket a jelenségeket!

### *Felhasznált irodalom*

Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó; Budapest 1994.  
Moór Ágnes: Középiskolai fizikapéldatár; Cser Kiadó; 2010.

## 2. óra

## Hideg-meleg

**Emlékeztető**

A különböző halmazállapotú anyagok melegítéséhez hőre van szükség. Vizsgálatainkban egyelőre a szilárd és a folyékony halmazállapotú anyagokra szorítkozunk. Ezeknél az anyagoknál a hőmérséklet-emeléshez szükséges hő egyenesen arányos az anyag tömegével, a hőmérséklet megváltozásával és függ az anyagi minőségtől. Az anyagi minőségre jellemző állandó, a fajhő ( $c$ ), amely megadja egységnyi tömegű anyag, egységnyi hőmérséklettel történő melegítéséhez szükséges hőt.

$$[c] = \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

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

A hőtani kísérleteket lehetőség szerint úgy kell elvégezni, hogy minimalizáljuk a folyamatban résztvevő testek, anyagok és a környezet közti hőcserét, mert ez nagymértékben befolyásolja a pontosságot. Ilyen eszköz a kaloriméter.

**Munkavédelem**

Figyelj, mert nyílt lánggal, forró testekkel, folyadékokkal kell dolgoznod! Az eszközök közül sok törékeny!

**Eszköz és anyaglista**

kaloriméter	üvegpoharak (600 cm <sup>3</sup> ; 300 cm <sup>3</sup> )
bothőmérő	víz
borszeszegő	vasháromláb hálólal
stopper	egyenlő alapterületű és tömegű fémhasábok (alumínium, vas, ólom)
	kb. fél cm vastag paraffin vagy viaszlap

**A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat****I. kísérlet – Szilárd testek fajhőjének összehasonlítása**

Amikor a testek lehűlnek, akkor hőt adnak le. Ennek a hőleadásnak a segítségével hasonlítjuk össze 3 különböző anyagú test fajhőjét. Nyilván, ha a testek azonos tömegűek és azonos hőmérsékletűek, akkor jó közelítéssel azonos hőt adnak le meghatározott idő alatt.

A 3 különböző anyagú, de azonos tömegű és alapterületű fémhasábot melegítsünk fel vízfürdőben közel 100 °C-ra. Csípéssel emeljük ki őket a vízből és az azonos felületű lapjukra fordítva

őket állítsuk a paraffin vagy viaszlapra mindegyiket. Kis idő elteltével jól megfigyelhető, hogy a 3 fémhasáb nem egyforma mértékben olvasztja meg az alatta lévő lapot. A megfigyeléseink alapján mit tudunk mondani az egyes anyagok fajhőjéről? Állítsuk növekvő fajhő szerint sorba a három anyagot! .....

## II. kísérlet – Kaloriméter hőkapacitásának ( $C_{kal}$ ) mérése

Mérjük meg a digitális mérlegen a szárazra törölt kalorimétert minden tartozékával együtt, majd töltsük majdnem félig, szobahőmérsékletű vízzel! Rövid kevergetés után olvassuk le a hőmérsékletet ( $t_1$ ). Mérjük le a kalorimétert vízzel együtt is! A két mérlegelés alapján az edénybe öntött víz tömege ( $m_1$ ) pontosan meghatározható.

Ezután öntsünk a kaloriméterbe a már beleöntött vízhez hasonló tömegű, kb. 80 °C hőmérsékletű ( $t_2$ ) vizet! (Természetesen a hőmérsékletet a beleöntés előtt pontosan mérjük meg.) Keverjük össze jól az edényben lévő vizet, majd néhány percnyi várakozás után, amikor a hőmérő megállapodott, olvassuk le a keverék hőmérsékletét ( $t_k$ )!

Újra helyezzük a mérlegre a kalorimétert, és a korábbi mérések alapján határozzuk meg a forró víz tömegét ( $m_2$ )!

Az  $m_2$  tömegű forró víz hűlése során  $Q_{le}$  hőt ad le. Ez az energia egyenlő az  $m_1$  tömegű hideg víz, illetve a kaloriméter melegítéséhez szükséges  $Q_{fel}$ , illetve  $Q_{kal}$  hőmennyiségek összegével:

$$Q_{le} = Q_{fel} + Q_{kal}$$

$$m_2 \cdot c_{v\acute{iz}} \cdot (t_2 - t_k) = m_1 \cdot c_{v\acute{iz}} \cdot (t_k - t_1) + C_{kal} \cdot (t_k - t_1)$$

$$C_{kal} = \frac{m_2 \cdot c_{v\acute{iz}} \cdot (t_2 - t_k) - m_1 \cdot c_{v\acute{iz}} \cdot (t_k - t_1)}{(t_k - t_1)}$$

A kifejezésben szereplő  $C_{kal}$  a kalorimétert jellemző hőkapacitás, vagy régebbi kifejezéssel „vízérték”. (Mértékegysége: J/°C.) A hőkapacitás megadja, hogy mennyi hő kell a kaloriméter hőmérsékletének 1 °C-kal történő emeléséhez. Ha méréseinket minél pontosabban szeretnénk elvégezni, akkor ezt a hőkapacitást nem lehet elhanyagolni. Sok esetben azonban méréseink során eltekinthetünk ettől.

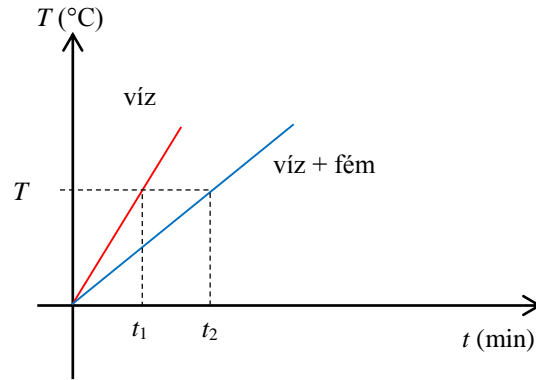
$m_1$	$t_1$	$m_2$	$t_2$	$t_k$	$t_2 - t_k$	$t_k - t_1$	$C_{kal}$

## III. kísérlet – Fém fajhőjének mérése melegedési görbe alapján

300 g szobahőmérsékletű vizet melegítsünk fel merülőforralóval vagy elektromos kaloriméterben. Olvassuk le percenként a víz hőmérsékletét, míg kb. 80 °C-ra melegszik. Ezután cseréljük ki a vizet 300 g szobahőmérsékletűre, amibe 300 g-os fémdarabot tettünk. Ismételjük meg a melegítést és egyezzük fel a hőmérsékleteket. A táblázat alapján készítsük el mindkét mérés



hőmérséklet–idő grafikonját. Nyilvánvalóan a második mérés során kapott egyenes kevésbé lesz meredek, hiszen a vizet és a fémet is kellett melegíteni.



A víz  $T$  hőmérsékletre való melegítéséhez szükséges hő arányos a  $t_1$  időtartammal, míg a vas  $T$  hőmérsékletre való melegítéséhez szükséges hő a  $t_2 - t_1$  időtartammal arányos.

$$t_1 \sim c_{\text{víz}} \cdot m_{\text{víz}} \cdot (T - T_0)$$

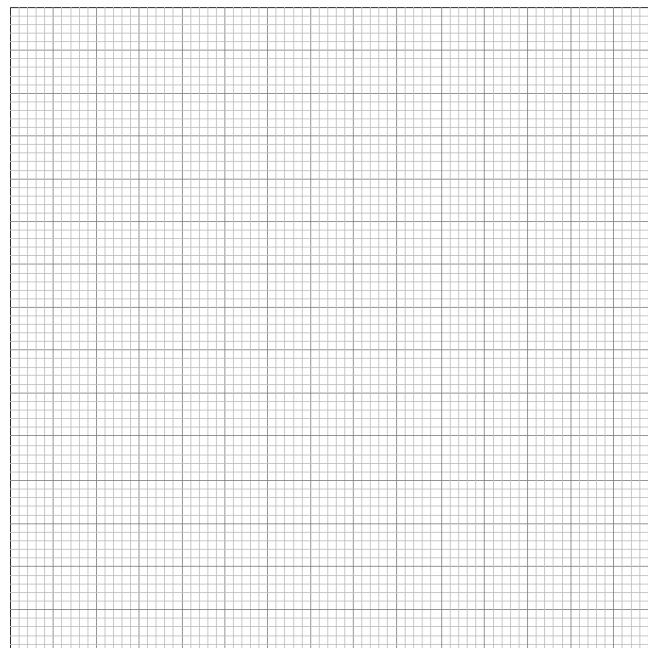
$$t_2 - t_1 \sim c_{\text{vas}} \cdot m_{\text{vas}} \cdot (T - T_0)$$

Ha a két tömeg egyenlő, akkor ebből a következő összefüggés adódik a vas fajhőjére:

$$c_{\text{vas}} = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \cdot c_{\text{víz}}$$

<b>t (min)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>T (°C) víz</b>									
<b>T (°C) víz+vas</b>									

Hasonlítsuk össze a kapott értéket az irodalmi értékkel! Eltérés: ..... %.



### Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Mivel a víz fajhője kétszer, háromszor nagyobb, mint a szárazföldet felépítő anyagoké ezért kétszer, háromszor annyi hőenergia növeli  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal a hőmérsékletét, mint amennyi azonos tömegű szárazföldi anyag hőmérsékletének  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os emeléséhez szükséges. Ezért a tengervíz lassabban és kevésbé melegszik fel, lassabban és kevésbé hűl le, mint a szárazföld; így végeredményben hőraktárként, hőfelhalmozóként viselkedik. A nyáron elraktározott roppant hőmennyiséget télen lassan bocsátja ki. Ennek egyik legfontosabb következménye, hogy a szomszédos szárazföldi területek éghajlatára kiegyenlítő hatással van (télen fűt, nyáron hűt). Nyugat- és Észak-Európa, de még a Kárpát-medence éghajlatára is jelentős befolyással bír az Atlanti-óceán hőháztartása.



### Házi feladat

**Feladat (Moór Ágnes: Középiskolai fizikapéldatár feladata alapján)**

Egy  $30\text{ g}$  tömegű ólom puskalövedék  $300\text{ m/s}$  sebességgel érkezik a fába, amelyben megállásig egyenletesen lassulva  $15\text{ cm}$  utat tesz meg. Számítsa ki mennyivel változik meg a lövedék hőmérséklete a megállásig, ha a súrlódási munka  $40\%$ -a a lövedék hőmérsékletét emeli? A puskagolyó fajhője  $130\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

**Megoldás:**

### Felhasznált irodalom

<http://termtud.akg.hu/okt//viz/2vizkultul.htm>

Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó; Budapest 1994.

<http://oktatas.gov.hu>

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iceberg\\_with\\_hole\\_near\\_Sandersons\\_Hope\\_2007-07-28\\_2.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iceberg_with_hole_near_Sandersons_Hope_2007-07-28_2.jpg)

## 3. óra

## Gáztörvények vizsgálata

**Emlékeztető**

A légnemű anyagok (gázok) a szilárd anyagokkal és a folyadékokkal ellentétben sem meghatározott térfogattal, sem meghatározott alakkal nem rendelkeznek. Egy adott anyagi minőségű és tömegű gázt az állapotváltozóival jellemezhetünk. Ezek a nyomás, a hőmérséklet és a térfogat (esetleg használható ez utóbbi helyett a sűrűség). Az egyes állapotváltozások során ezen állapotváltozók megváltoznak, amit az ún. gáztörvények írnak le.

Ezen gáztörvények egyszerűbb módon megfogalmazhatók, ha a hőmérsékletet nem Celsius skálán ( $[t] = ^\circ\text{C}$ ), hanem Kelvin féle skálán ( $[T] = \text{K}$ ), abszolút hőmérsékletben mérjük. A két-féle skála közti kapcsolat a következő. Mindkét skálán azonosak az egységek, tehát  $1\text{ }^\circ\text{C}$  hőmérséklet-változás egyenlő  $1\text{ K}$  hőmérséklet-változással, és  $0\text{ }^\circ\text{C} = 273\text{ K}$ . Tehát  $t\text{ (}^\circ\text{C)} = (t + 273)\text{ (K)}$ . A  $0\text{ K}$ , vagyis az abszolút nulla fok nem érhető el, ez az egyik legalapvetőbb természeti törvény (termodinamika III. főtétele).

A gázoknál 3 speciális állapotváltozást különböztetünk meg, annak megfelelően, hogy melyik állapotjelző állandó a folyamat során.

Állandó hőmérsékletű (izoterm) állapotváltozás ( $T = \text{áll.}$ ), Boyle-Mariotte törvény: Adott tömegű és adott anyagi minőségű, állandó hőmérsékletű ideális gáz nyomása és térfogata fordítottan arányos.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

ha  $T = \text{állandó}$ .

Állandó nyomású (izobár) állapotváltozás ( $p = \text{áll.}$ ), Gay-Lussac I. törvénye: Adott tömegű és adott anyagi minőségű, állandó nyomású ideális gáz térfogata és abszolút hőmérséklete egyenesen arányos.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ha  $p = \text{állandó}$ .

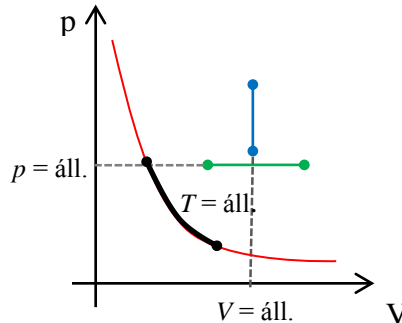
Állandó térfogatú (izochor) állapotváltozás ( $V = \text{áll.}$ ), Gay-Lussac II. törvénye: Adott tömegű és adott anyagi minőségű, állandó térfogatú ideális gáz nyomása és abszolút hőmérséklete egyenesen arányos.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

ha  $V = \text{állandó}$ .

Általános esetben, ha mindhárom állapotjelző változik, akkor az egyesített gáztörvény érvényes. (Természetesen ennek speciális esetei a fentebb említett összefüggések.)  $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$

Szokás az állapotváltozásokat grafikonon (a legtöbb esetben p–V) ábrázolni.



### Munkavédelem

Vigyázzunk, az eszközök legnagyobb része törékeny és a melegítés során felforrósodhatnak!



### Eszköz és anyaglista

Melde-cső	vonalzó
nagy mérőpohár	vas háromláb hálóval
Bunsen-égő	bothőmérő

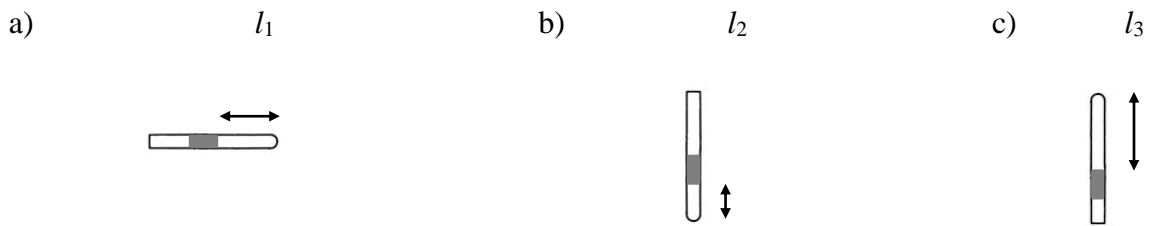
### A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

#### I. kísérlet –Boyle-Mariotte törvény igazolása

A Melde-csővel kísérletezve vigyázzunk, hogy a csövet óvatosan mozgassuk, hogy a higany még véletlenül se folyék ki, és a higanyoszlop ne szakadjon meg.

Állítsuk a Melde-csövet vízszintes helyzetbe és mérjük meg a bezárt levegőoszlop, valamint a higanycsepp hosszát. Méréseinket milliméter pontossággal végezzük! Ezután a csövet fordítsuk függőleges helyzetbe úgy, hogy a cső nyitott vége felfelé álljon. Mérjük meg ekkor is a bezárt levegőoszlop hosszát. Végül a csövet elfordítjuk 180 °-kal, hogy nyitott vége lefelé álljon. Mérjük meg most is a bezárt levegőoszlop hosszúságát. Mérési eredményeinket foglaljuk táblázatba és határozzuk meg a „ $p \cdot V$ ” szorzatot.

A légnyomás értékeit Hgmm-ben célszerű használni, hogy a számolás könnyebb legyen. A térfogatot felesleges meghatározni, mert a törvény igazolásához elegendő a bezárt levegőoszlop hosszát ismerni. ( $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow p_1 \cdot l_1 \cdot A = p_2 \cdot l_2 \cdot A \Rightarrow p_1 \cdot l_1 = p_2 \cdot l_2$ )



A higanycsepp hossza: ..... mm  $\Rightarrow p_{\text{Hg}} = \dots\dots\dots$  Hgmm

A külső légnyomás:  $p_k = \dots\dots\dots$  Hgmm

	$p_a = p_k$	$p_b = p_k + p_{\text{Hg}}$	$p_c = p_k - p_{\text{Hg}}$
	<b>a)</b>	<b>b)</b>	<b>c)</b>
<b><math>p</math> (Hgmm)</b>			
<b><math>l</math> (mm)</b>			
<b><math>p \cdot l</math> (Hgmm·mm)</b>			
<b><math>p \cdot l_{\text{át}}</math> (Hgmm·mm)</b>			

Számítsuk ki, hogy hány százalék az egyes esetekben a mért szorzat eltérése az átlagtól! Milyen hibák léphettek fel a mérés során?

**II. kísérlet Gay-Lussac I. törvénye**

Mérjük meg a Melde-csőben lévő higanycsepp hosszát, valamint a bezárt levegőoszlop hosszát a cső függőleges helyzetében úgy, hogy nyitott vége legyen felfelé. A Melde-csövet helyezzük szobahőmérsékletnél hidegebb vízfürdőbe. Óvatosan kevergetve a csővel a vizet, várjunk néhány percet, míg a csőben a levegő felveszi a víz hőmérsékletét. Továbbra is függőlegesen tartva a csövet, mérjük meg a bezárt levegő hosszát és jegyezzük fel a víz hőmérsékletét is. Ezután lassan melegítsük fel a vizet. Folyamatos keverés mellett mindig várjuk meg, míg a higanycsepp megállapodik. Mérjük meg összesen legalább 5 hőmérsékletnél a levegőoszlop hosszát és mérjük meg a víz hőmérsékletét is. Adatainkat foglaljuk táblázatba. Számításainknál most is figyelmen kívül hagyhatjuk a keresztmetszetet. A nyomás mindegyik esetben azonosnak tekinthető, hiszen a bezárt levegő nyomásával tart egyensúlyt a külső nyomás és a higanycsepp nyomása.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow \frac{l_1 \cdot A}{T_1} = \frac{l_2 \cdot A}{T_2} \rightarrow \frac{l_1}{T_1} = \frac{l_2}{T_2}$$

	$t$ (°C)	$T$ (K)	$l$ (mm)	$l/T$ (mm/K)	$(l/T)_{\text{átl}}$ (mm/K)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Határozzuk meg az egyes esetekben az átlagtól való eltérést százalékban! Keressük meg a mérés hibaforrásait!

### *Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések*

Sima szájú pohárba engedjük meleg vizet, majd a vizet öntsük ki. Ezután szájával lefelé helyezzük sima felületre (asztal, tálca). Várjunk pár percet, majd próbáljuk meg felemelni a poharat. Mit tapasztalunk? Mi a jelenség magyarázata? .....

.....

Sörösüveg száját szappanos vízzel megnedvesítjük, majd egy pénzérmével lezárjuk. Kezünkkel kezdjük el melegíteni az üveget. Mit tapasztalunk? Magyarázzuk meg a látottakat!

.....

.....

### *Házi feladat*

#### **Otthoni kísérlet**

Az eddig tanultak alapján próbálj megoldást találni arra a problémára, hogy hogyan lehet egy szűk nyakú üvegbe épségben bejuttatni egy meghámozott főtt tojást anélkül, hogy a tojást belegyömöszölnénk az üvegbe? Esetleg ki is lehetne „szedni” épségben a tojást?

Ha nincs ötleted, akkor nézz utána az interneten milyen megoldások lehetnek. Ha sikerül a kísérlet, dokumentáld a munkádat fotókkal.

### *Felhasznált irodalom*

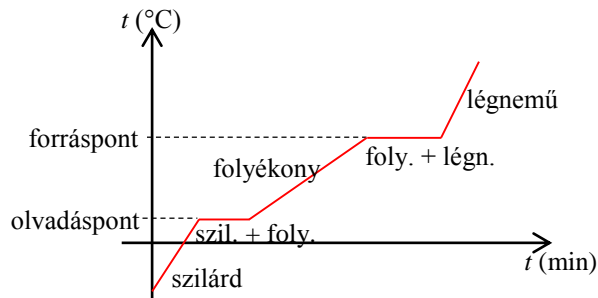
Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó; Budapest 1994.

## 4. óra

## Halmazállapot változások

**Emlékeztető**

Az anyagok melegítésekor a közölt hővel arányos hőmérséklet-változás csak addig tart, míg az anyag el nem éri az olvadáspontot, ill. a forráspontot. Ezeket a hőmérsékleteket elérve a bevitt hő nem növeli a test hőmérsékletét mindaddig, míg a teljes anyagmennyiség át nem kerül az új halmazállapotba. Egy ilyen teljes melegítési folyamat hőmérséklet–idő grafikonja.



Az olvadáshoz és a forráshoz szükséges hő arányos a tömeggel és függ az anyagi minőségtől. Az anyagi minőségre jellemző állandó az olvadáshő ( $L_o$ ) és a forráshő ( $L_f$ ).

$$Q = L_o \cdot m \text{ és } Q = L_f \cdot m$$

Amikor a gőz lecsapódik, vagy a folyadék megfagy, ugyanekkora hőmennyiségek felszabadulnak.

**Munkavédelem**

Figyelj, mert nyílt lánggal, forró testekkel, törékeny dolgokkal kell dolgoznod!

**Eszköz és anyaglista**

kaloriméter tartozékokkal, hőmérővel	jég
mérleg	konyhasó

**A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat****I. kísérlet – Jég olvadáshőjének mérése**

Ismert hőkapacitású kaloriméterbe tegyünk 100–150 g melegvizet, majd várjuk meg, míg kialakul a közös hőmérséklet ( $t_v$ ). Ezután a mélyhűtőből kivett ( $t_j$ ) és szárazra törölgetett jégdarab tömegét mérjük meg, és dobjuk a kaloriméterbe. Folyamatos kevergetés mellett várjuk meg, míg beáll a közös hőmérséklet ( $t_k$ ). A melegvíz által leadott hő felmelegíti a jeget 0 °C-ra, majd a jeget megolvasztja, végül felmelegíti a közös hőmérsékletre. A tömegeket és a hőmérsékleteket ismerve, a jég olvadáshője kiszámolható.

$$L_o \cdot m_{jég} + c_{jég} \cdot m_{jég} \cdot \Delta t_{j,1} + c_{víz} \cdot m_{jég} \cdot \Delta t_{j,2} = (c_{víz} \cdot m + C_{kal}) \cdot \Delta t_{víz}$$

$$L_o = \frac{(c_{víz} \cdot m + C_{kal}) \cdot \Delta t_{víz} - c_{jég} \cdot m_{jég} \cdot \Delta t_{j,1} + c_{víz} \cdot m_{jég} \cdot \Delta t_{j,2}}{m_{jég}}$$

A víz tömege:  $m_{víz} = \dots\dots\dots$ . A víz kezdeti hőmérséklete:  $t_v = \dots\dots\dots$ . A jég tömege:  $m_j = \dots\dots\dots$ .

A jég hőmérséklete:  $t_j = \dots\dots\dots$ . A kaloriméter hőkapacitása:  $C = \dots\dots\dots$ .

A közös hőmérséklet:  $t_k = \dots\dots\dots$ . A víz hőmérséklet változása:  $\Delta t_{víz} = \dots\dots\dots$ .

A víz fajhője:  $c_{víz} = 4180 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ . A jég fajhője:  $c_{jég} = \dots\dots\dots$ . A jég olvadáshője:  $L_o = \dots\dots\dots$ .

A függvénytáblázatban található érték:  $333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .

Határozzuk meg hány százalék az eltérés a függvénytáblázatban található értéktől:  $\dots\dots\dots\%$ .

Mi lehet az oka az eltérésnek?  $\dots\dots\dots$

## II. kísérlet – Kálium-klorid oldáshőjének mérése

Ha kristályos szerkezetű anyagot (sót) oldunk vízben, akkor a kristályszerkezet szétbontásához energiára van szükség, amelyet az anyag az oldószerből von el. Ezt az olvadáshoz hasonló, ún. oldáshő jellemez, amely anyagi minőségre jellemző ( $Q = L \cdot m$ , ahol  $L$  az oldáshő).

Ismert hőkapacitású kaloriméterbe töltünk kb. 200 g szobahőmérsékletű vizet, melynek pontos tömegét a kaloriméter üres, majd feltöltött állapotban történő megméréssel határozzuk meg. Ezután határozzuk meg a beöntött víz hőmérsékletét ( $t_0$ ). A sóból mérjük ki 10 g tömeget, majd öntsük a kaloriméter vizébe. Óvatosan, lassan kevergetve az oldatot, figyeljük a hőmérőt. Ha már nem csökken tovább a hőmérséklet, olvassuk le a végső hőmérsékletet ( $t_v$ ). A só feloldásához szükséges hőt a víz, a só és a kaloriméter lehűlése során felszabaduló hő szolgáltatja.

$$L = \frac{(m_{víz} + m_{só} + \frac{C_{kal}}{c_{víz}}) \cdot c_{víz} \cdot (t_0 - t_v)}{m_{só}}$$

A víz tömege:  $\dots\dots\dots$  g. A só tömege:  $\dots\dots\dots$  g. Kezdet hőmérséklet:  $\dots\dots\dots$  °C.

Végső hőmérséklet:  $\dots\dots\dots$  °C. Kaloriméter hőkapacitás:  $\dots\dots\dots$  J/°C.

Oldáshő:  $\dots\dots\dots$  J/kg. Mekkora az eltérés a táblázatbeli értéktől?  $\dots\dots\dots\%$ .

### **Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések**

A regeláció jelenségének **tanári kísérlettel** történő bemutatása. Túlhevítés mikróban:

[http://sopron.network.hu/video/tudd\\_meg\\_ismerd\\_megtudomanytechnika\\_es\\_/vigyazat\\_tulhevites](http://sopron.network.hu/video/tudd_meg_ismerd_megtudomanytechnika_es_/vigyazat_tulhevites)

Túlhűtés: **Tanári kísérlet**. Videó: <https://www.youtube.com/watch?v=atxIYWETi1s>

### **Házi feladat**

Nézz utána, hogy a gyakorlatban hol van jelentősége az olvadáspont csökkentésnek!

### **Felhasznált irodalom**

Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye TYPOTEX Kiadó; Budapest 1994.