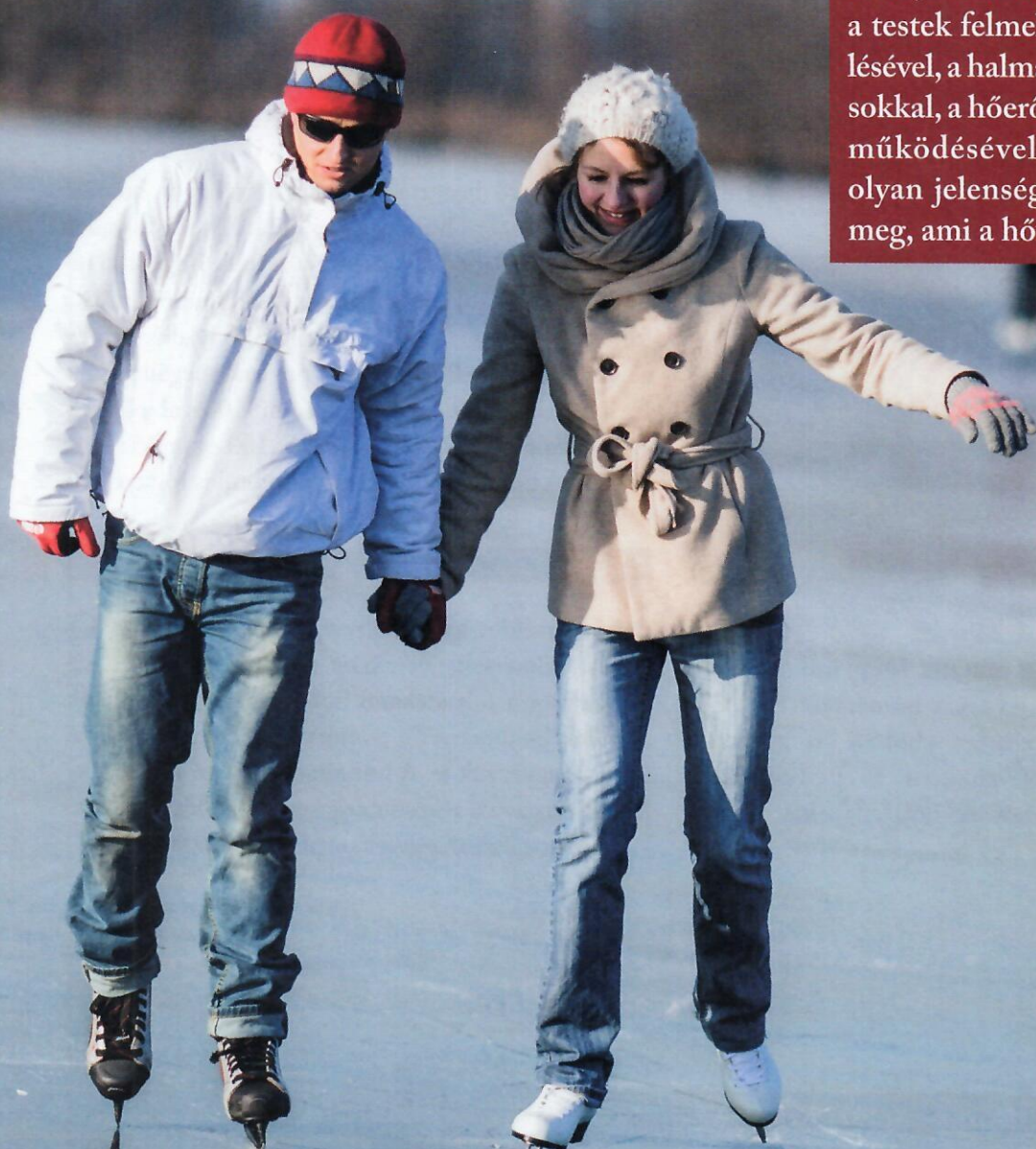


HŐTAN

A következőkben a hőmérséklettel, a hőmérséklet-változással, a testek felmelegedésével, lehűlésével, a halmazállapot-változásokkal, a hőerőgépek, a motorok működésével és számos más olyan jelenséggel ismerkedünk meg, ami a hővel kapcsolatos.



30. A HŐMÉRSÉKLET MÉRÉSE

Hőérzet

A meleg, a langyos, a hideg testek hőmérsékletét kezünkkel érezzük, és össze is tudjuk hasonlítani. Ez az összehasonlítás azonban sok esetben nem elég megbízható. Ugyanazt a langyos vizet egyik kezünkkel hidegnek, a másikkal melegnek érezzük, ha előzőleg az egyiket meleg vízben, a másikat hideg vízben tartottuk.



Az alábbi táblázat azt mutatja, hogy miként változott a lombikban levő víz hőmérséklete, miután kivettük a hűtőszekrényből. A víz hőmérsékletét azonos időközönként (2 percenként) olvastuk le a hőmérőről. A mért adatokat táblázatba foglaltuk:

Idő (t)	0	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	12 min	14 min
Hőmérséklet (T)	3 °C	4 °C	5 °C	6 °C	7 °C	8 °C	9 °C	10 °C

Az ember hőmérséklete

Az egészséges emberi szervezet hőmérséklete 36–37 °C között van. A betegségek egy része a test hőmérsékletének az emelkedésével jár együtt. Az orvos – más tünetek mellett – a hőmérséklet alakulásából következtet a beteg állapotának javulására, illetve romlására. Ezért a betegek hőmérsékletét a kórházakban rendszeresen mérik, s a mért adatokat hőmérsékleti grafikonon, *lázgörbén* tüntetik fel.

Hőmérő

A testek hőmérsékletének pontosabb mérésére hőmérőt használunk. A folyadékos hőmérő üvegcsővében színesre festett petróleum vagy alkohol van. A folyadékszál a test hőmérsékletének megfelelően emelkedik vagy süllyed.

A hőmérő beosztásának készítésekor a hőmérő tartályát először olvadó jégbe állítják. Ahol a folyadék szintje megállapodik, ott lesz a hőmérő egyik alappontja, amit 0-val jelölnek. Ezután a hőmérő tartályát forrásban levő víz gőzébe teszik. A folyadék szintje a csőben emelkedik, majd egy pontnál megállapodik. Ez a hőmérő másik alappontja, amit 100-zal jelölnek. A két alappont közötti távolságot 100 egyenlő részre osztják. A beosztás a két alapponton túl is folytatható.

A hőmérséklet jele és mértékegysége

A hőmérséklet mértékegysége a Celsius-fok (°C). A test hőmérsékletét akkor olvassuk le a hőmérőről, amikor a folyadékszál hossza már nem változik. A mérés eredményét a hőmérséklet jelének alkalmazásával jegyezzük le. **A hőmérséklet jele: T .** Ezt a jelet alkalmazzuk a későbbiek során a hőmérséklettel kapcsolatos összefüggések, képletek felírásakor is.



Mérés

1. Olvasd le a szobahőmérőről, hogy mennyi a szoba levegőjének a hőmérséklete!
2. Mérd meg a pohárban levő víz hőmérsékletét!



Érdekesség

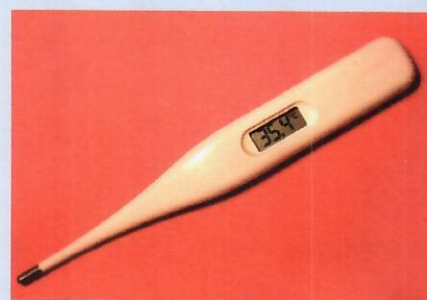
A hőmérő történetéből. Az első hőmérőt Galileo Galilei (1564–1642) olasz fizikus készítette, 1592-ben. A levegő térfogatváltozását használta fel a hőmérséklet mérésére. Néhány évtizeddel később Isaac Newton (1643–1727) angol fizikus lenolajos hőmérőt készített. A folyadékos hőmérő tökéletesítése Gabriel Fahrenheit (1686–1736) német és René Antoine Ferchault de Réaumur (reomür, 1683–1757) francia fizikus nevéhez fűződik. A jelenleg legáltalánosabban használt fokbeosztást Anders Celsius (celziusz, 1701–1744) svéd csillagász alkalmazta először higannyal töltött hőmérőjén 1742-ben.

Lázmérő. A lázmérő skálája 35 °C-tól 42 °C-ig terjed. Tizedfokos pontossággal olvashatjuk le róla testünk hőmérsékletét. A lázmérő csöve a higanytartály felett kissé összeszűkül. Lázmérés után, lehűléskor a higanyszál a szűkületnél fennakad, és mindaddig mutatja testünk hőmérsékletét, amíg a lázmérőt le nem rázzuk. (Ma már higanytartályos lázmérőt nem árusítanak.)

- Mit mutatna a lázmérő akkor, ha „lerázás” nélkül mérné a hőmérsékletét
a) először egy 36,5 °C, majd egy 38 °C hőmérsékletű személy;
b) először egy 38 °C, majd egy 36,5 °C hőmérsékletű személy?



Lázmérő

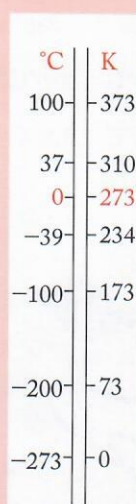


Napjainkban egyre gyakrabban használnak olyan lázmérőket is, amelyek számokkal kiírva jelzik a mért hőmérsékletet. E lázmérők az elektromosság felhasználásával, elemmel működnek. A test hőmérsékletét egy tizedesjegynyi pontossággal mérik. A folyadékos és a számkijelzéses (digitális) lázmérőt is néhány percre a hónunk alatt kell tartanunk ahhoz, hogy megállapíthassuk testünk hőmérsékletét.

- Miért nem olvashatjuk le azonnal a lázmérőről a mért hőmérsékletet?

Digitális lázmérő

Jó tudni!



Lord William Kelvin (1824–1907) angol fizikus olyan hőmérsékleti skálát alkotott, amelynek a 0 pontja az elméletileg elképzelhető legalacsonyabb hőmérséklet, a -273 °C. Egy-egy kelvin (K) nagysága megegyezik a °C-ok nagyságával. A jég olvadáspontja 273 K, a víz forráspontja 373 K.

- Hány kelvin a hőmérséklete
a) a víznek fagyás közben;
b) a forrásban levő víznek?

Kelvin- és Celsius-skála

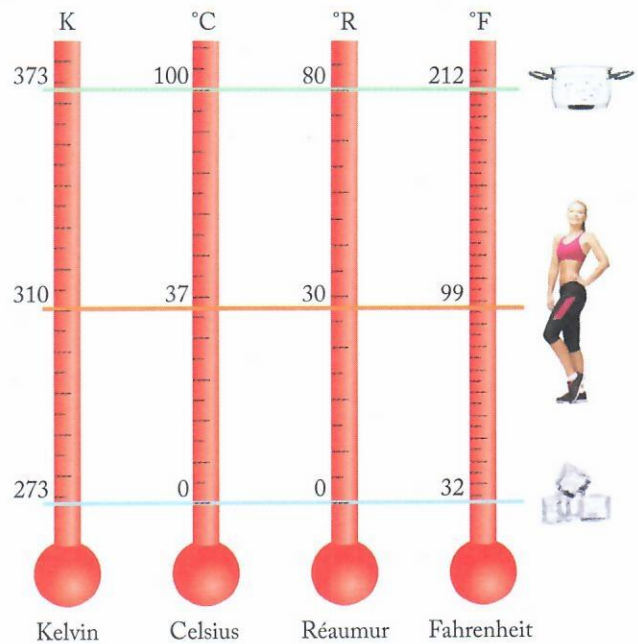
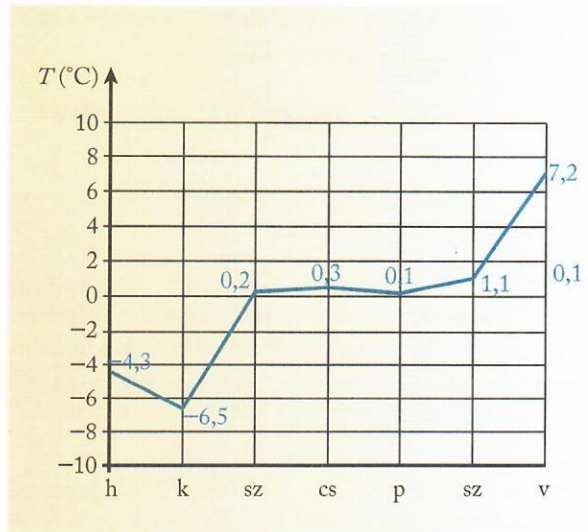
Érdekesség

Égés, izzás magas hőfokon

Gyertyaláng	1 000 °C
A vas fehéren izzik	1 300 °C
Széntűz a kályhában	1 400 °C
A gépkocsi hengerében	2 000 °C
Az izzólámpa izzószála	2 300 °C
A Föld-mag közepe	4 500 °C
A Nap felülete	6 000 °C
Villám	30 000 °C



- Hasonlítsd össze a szobahőmérőn és a higanyos lázmérőn az $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet-különbségnek megfelelő távolságot! Mi a magyarázata a különbségnek?
- A grafikon egy város egy hetében, az egyes napokon mért legalacsonyabb hőmérsékleti adatokat mutatja. Állapítsd meg a grafikonról, hogy
 - melyik napon volt a legalacsonyabb a hőmérséklet;
 - melyik napon volt a legmagasabb a hőmérséklet;
 - mekkora volt a különbség a legmagasabb és a legalacsonyabb hőmérséklet között!
- Az Antarktiszon 1960. augusztus 24-én $-88,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletet mértek. Miért nem használhattak ehhez a méréshez higanyos hőmérőt?
- Celsius 100, Réaumur 80 egyenlő részre osztotta a jég olvadáspontjától a víz forráspontjáiig terjedő részt a hőmérsékleti skálán.
 - Hasonlítsd össze az $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ és az $1\text{ }^{\circ}\text{R}$ mértékegység nagyságát!
 - Hány $^{\circ}\text{R}$ -nek felel meg az $50\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- Az angolszász országokban ma is használják a Fahrenheit-skálát, amelyen a jég olvadáspontja $32\text{ }^{\circ}\text{F}$, a víz forráspontja $212\text{ }^{\circ}\text{F}$.
 - Hasonlítsd össze az $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ és az $1\text{ }^{\circ}\text{F}$ mértékegység nagyságát!
 - Hány $^{\circ}\text{F}$ -nak felel meg az $50\text{ }^{\circ}\text{C}$?
- Az alábbi adatok a Budapesten és Sopronban mért hőmérsékleti adatokból számított havi középhőmérsékletet mutatják:



Hónap	jan.	febr.	márc.	ápr.	máj.	jún.	júl.	aug.	szept.	okt.	nov.	dec.
Budapest	$-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$14,6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$21,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$20,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$23,4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$16,1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$8,4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
Sopron	$-1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$	$18,9\text{ }^{\circ}\text{C}$	$21,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$15,4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$

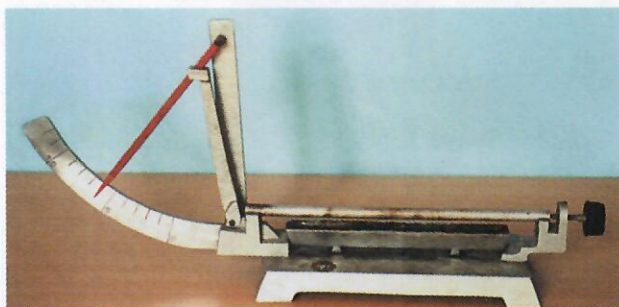
- Keresszük az egészekre és ábrázold grafikonon két különböző színnel ezeket az átlaghőmérsékleteket!
- Melyik hónapban volt e két városban a legmagasabb átlaghőmérséklet?
- Melyik hónapban volt e két városban a legalacsonyabb átlaghőmérséklet?
- Melyik hónapban volt e két város átlaghőmérséklete között a legnagyobb különbség?



31. HŐTÁGULÁS

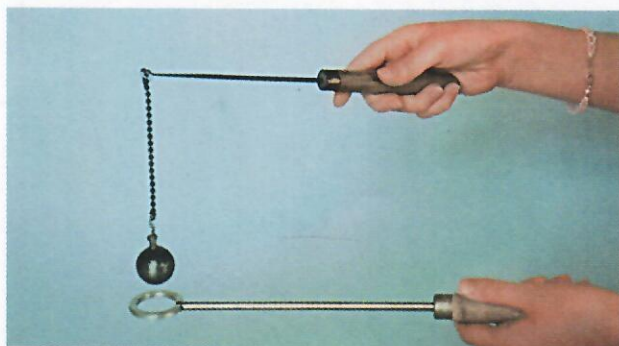
A szilárd testek hőtágulása

Ha borszeszlánggal melegítjük a fémrudat, akkor a rúdhoz illeszkedő mutató jelzi, hogy a rúd hosszúsága megnő. Amikor csökken a rúd hőmérséklete, akkor újra visszanyeri az eredeti hosszúságát.



Fémrúd hőtágulása

A fémgolyó szobahőmérsékleten átfér az alatta levő gyűrűn. Ha felmelegítjük a fémgolyót, akkor fennakad a gyűrűn. Felmelegedéskor nő a fémgolyó térfogata. Ha lehűtjük, akkor ismét átfér a gyűrűn. Hűtéskor csökken a térfogata.



Fémgolyó hőtágulása

Hasonlót tapasztalunk más szilárd testek esetében is: a hőmérséklet emelkedésekor a szilárd testek tágulnak, térfogatuk nagyobb lesz; a hőmérséklet csökkenésekor pedig összehúzódnak, térfogatuk kisebb lesz.

Minél hosszabb ideig melegítjük borszeszlánggal a fémrudat, annál nagyobb hőmérséklet-emelkedés jön létre; a hőtágulást jelző mutató egyre nagyobb kitérést mutat. Valamely szilárd test hőtágulása tehát annál nagyobb, *minél nagyobb a test hőmérséklet-emelkedése.*

Ha különböző hosszúságú fémrudakat melegítünk azonos feltételek mellett, akkor azt tapasztaljuk, hogy a hosszabb fémrudak nagyobb mértékben tágulnak, mint a rövidebbek. A szilárd testek hőtágulása tehát annál nagyobb, *minél nagyobb a test eredeti mérete.*

Amennyiben különféle anyagú fémrudakat melegítünk azonos feltételek mellett, akkor azok különböző mértékben tágulnak. A szilárd testek hőtágulása tehát függ a test *anyagi minőségétől.*

A hőtágulást a technikában, a gyakorlati élet számos területén figyelembe kell venni. A hidak hosszúsága nagymértékben megváltozik, ha változik a hőmérséklet. Ezért a nagyobb hidaknak legalább az egyik végét acélhengerekre, *görgőkre* helyezik, és megfelelő szabad helyet hagynak a hőtágulásra. A szabadban vezető csővezetékbe megfelelő szakaszonként meghajlított csődarabokat, *lírákat* iktatnak be. A csővezeték tágulásakor, összehúzódásakor ezek a lírák hajlanak meg, s így a csövet nem éri károsodás.



Híd hőtágulása görgőkön



A folyadékok hőtágulása

A lombikot megtöltjük festett vízzel, majd a nyílását furatos gumidugóval zárjuk le. A furatba vékony üvegcsövet teszünk. A lombikban levő vizet melegítjük. A víz felszíne melegítés közben emelkedik, a víz térfogata nő. Hűléskor viszont csökken a víz térfogata. Hasonlót tapasztalunk akkor is, ha étolajat, alkoholt vagy más folyadékot melegítünk.

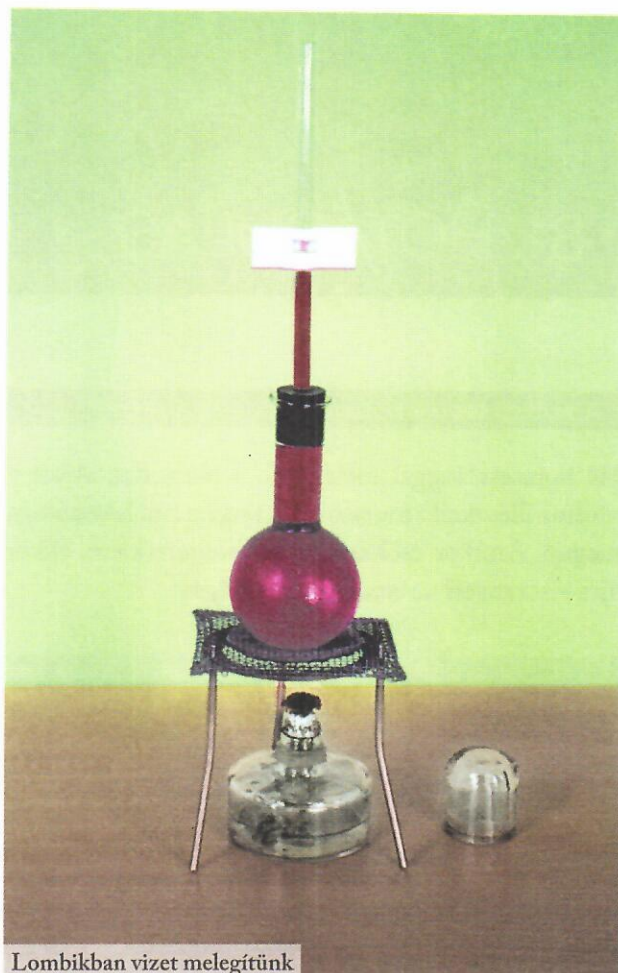
A hőmérséklet emelkedésekor a folyadékok tágulnak, térfogatuk nagyobb lesz; a hőmérséklet csökkenésekor pedig összehúzódnak, térfogatuk kisebb lesz.

A folyadékok esetében is ugyanazt tapasztaljuk, mint a szilárd testeknél:

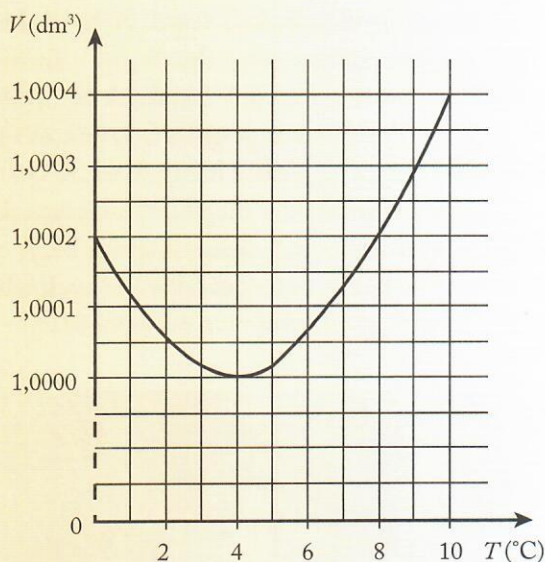
A folyadékok hőtágulása:

- annál nagyobb, minél nagyobb a hőmérséklet-emelkedés;
- annál nagyobb, minél nagyobb a folyadék eredeti térfogata.

A folyadék hőtágulása függ a folyadék anyagi minőségétől.



Lombikban vizet melegítünk



A víz érdekes viselkedése

A víz különösen viselkedik $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ között. Miközben hőmérséklete $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ról $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emelkedik, térfogata nem nő, hanem csökken; és csak ezután nő a többi folyadékhoz hasonlóan.



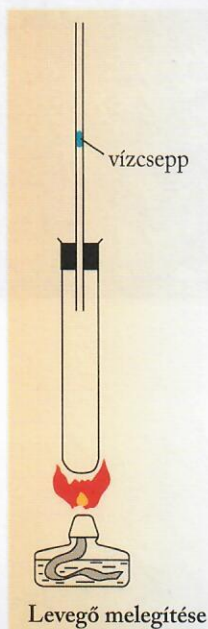
Lombik melegítése

A gázok hőtágulása

A lombik nyílását a vízbe tartjuk. Ha tenyerünkkel melegítjük a lombikot, akkor a levegő egy része buborékok formájában eltávozik belőle. Lehűléskor a lombikban maradt levegő összehúzóódik, és az eltávozott levegő helyére víz tódul.

A kémcsőbe furatos gumidugót, abba pedig vékony üvegcsövet teszünk. A levegő útját egy vízcseppel zárjuk el a csőben. Ha melegítjük a kémcsövet, akkor az üvegcsőben levő vízcsepp emelkedik, ami a kémcsőben levő levegő tágulását jelzi. Ha hűtjük a kémcsövet, akkor az üvegcsőben levő vízcsepp visszahúzódik; a kémcsőben levő levegő térfogata csökken.

Hasonlót tapasztalnánk akkor is, ha a kísérletet oxigénnel, nitrogénnel vagy más gázzal ismételnénk meg.



Ezek szerint a hőmérséklet emelkedésekor a gázok tágulnak, térfogatuk nagyobb lesz; a hőmérséklet csökkenésekor pedig összehúzódnak, térfogatuk kisebb lesz.

A gázok hőtágulása részben megegyezik, részben eltér a szilárd testek és a folyadékok esetében megismert sajátosságoktól. Megegyezik az előzőekkel abban, hogy a gázok hőtágulása is

- annál nagyobb, minél nagyobb a gáz hőmérséklet-emelkedése;
- annál nagyobb, minél nagyobb a gáz eredeti térfogata.

Eltérés mutatkozik abban, hogy a gázok hőtágulása nem függ a gázok anyagi minőségétől; azonos körülmények között minden gáz egyenlő mértékben tágul.

Kérdések és feladatok

1. A csavarmenetes fedéllel zárt konzerves üveget könnyebben lehet kinyitni, ha előzőleg tenyerünkkel vagy egy meleg fémlappal a konzerv fedelét megmelegítjük. Mi a magyarázata ennek az eljárásnak?
2. Miért reped meg az üvegpohár, ha a tűzhely forró lapjára tesszük?
3. Miért károsítja a fogzománcot a hideg ital vagy a forró tea?
4. Amikor a hőmérőt forró vízbe tesszük, akkor a hőmérő folyadékszála először néhány pillanatra lefelé mozdul el, s csak ezután emelkedik. Mi ennek az oka?
5. A befőttes üvegen levő celofán felülete homorú. Mi a magyarázata?
6. Reggel és délben megmértük az autó keréktömlőjében levő levegő nyomását. Délben nagyobb nyomást jelzett a nyomásmérő, mint reggel, annak ellenére, hogy közben nem pumpáltunk levegőt a tömlőbe. Mi az eltérés magyarázata?

Kísérlet

Válassz ki egy akkora nagyságú pénzdarabot, amely pontosan illeszkedik az üres műanyag palack szájára! Nedvesítsd meg a palack száját néhány csepp vízzel! Helyezd a pénzdarabot a palack szájára! Vedd ezután a palackot a két tenyered közé! Figyeld meg, mi történik a pénzdarabbal! Adj magyarázatot a tapasztaltakra!



Érdekesség

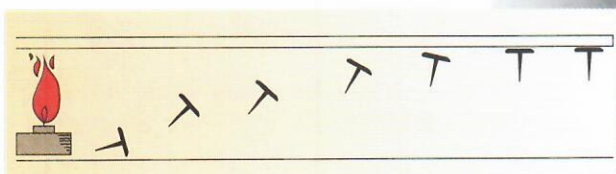
Miért nem fagynak be télen a mély tavak? A $+4\text{ °C}$ hőmérsékletű víznek nagyobb a sűrűsége, mint az annál melegebb, illetve hidegebb víznek. Ezért a nagy tavakban a $+4\text{ °C}$ hőmérsékletű víz mindig a tó alján helyezkedik el. A kisebb sűrűségű vízrétegek e fölött vannak. Ha van $+4\text{ °C}$ hőmérsékletű víz a tóban, akkor nyáron az ennél melegebb, télen az ennél hidegebb víz van felül. Télen a víz legfelső rétege hűl le legnagyobb mértékben, s ez fagy meg. A tó alján levő vízben életben maradnak a halak és más vízi élőlények.

32. A HŐTERJEDÉS

Hővezetés

A forró teába tett fémkanálnak a teából kiálló része is hamarosan meleg lesz. Az alumíniumedénynek nemcsak az a része melegszik át, amelyik a gázláng fölött van, hanem az edény távolabbi része is. Mindkét esetben a **hővezetés** jelenségét figyelhetjük meg.

Egy fémlemezre olvasztott gyertyával apró szögeket „ragasztunk”. Ha a fémlemez egyik végét borszeszégő lángja fölé tartjuk, akkor a szögek először a láng közelében, majd az egyre távolabbi helyekről esnek le a lemezről. A lemez egyre távolabbi részein tapasztalható a hőmérséklet-emelkedés.



Ha azonos méretű réz-, vas- és üvegrudat tartunk a borszeszégő lángjába, akkor a rézrúd végét érezzük legelőször melegnek, majd a vasrúd és sokkal később az üvegrúd végét. A különféle anyagú testek hővezető képessége különböző. A fémek jó hővezetők, az üveg, a papír, a víz, a levegő, az azbeszt rossz hővezetők. A rossz hővezetőket **hőszigetelőknek** mondjuk.

Jó hővezetést kell biztosítani főzéskor a tűzhely és az edény között. Ezért az edények többségét fémből készítik. A fűtőtestek, radiátorok anyaga ugyancsak jó hővezető.

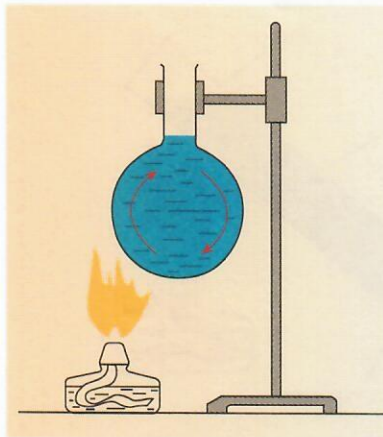
Hőszigetelést kell biztosítani a házak falának az építésekor. Ezért használnak üreges téglát az építéshez. A régi, „hagyományos” építőanyagból készült házak hőszigetelését pedig a fal külső felületére rögzített hőszigetelő anyagokkal lehet fokozni.

Hőszigetelő anyagból, műanyagból készítik az edények többségének a fülét. Jó hőszigetelő a hó is, mivel a hópelyhek között sok a levegő. Télen hótakaró védi meg a vetést a fagytól.



A hőáramlás

Borszeszgővel melegítjük a lombikban levő vizet. A láng felett a víz felfelé, a lombik másik részében lefelé mozog. Ennek az a magyarázata, hogy a felmelegedett víz tágul, sűrűsége csökken, s így felemelkedik. Helyére hideg víz áramlik. Ez a jelenség a **hőáramlás**.



Hőáramlással melegszik fel a szoba levegője. Hőáramlással magyarázható a kéményhuzat keletkezése is. A kályhában felmelegedett levegő a kéményben felfelé áramlik, s helyébe a tüztérén át hidegebb levegő kerül.

A központi melegvíz-fűtés is a hőáramlások alapja. A kazánban vizet melegítenek. A meleg víz csöveken keresztül áramlik felfelé a fűtőtestekbe. Felmelegíti a fűtőtestet és a környezetében levő levegőt. Közben csökken a víz hőmérséklete. A lehűlt víz egy másik csövön keresztül visszaáramlik a kazánba.

A Föld felszínén a levegő felmelegedése nem egyenletes. Ahol jobban felmelegszik a levegő, ott csökken a sűrűsége. Ez a levegő felszáll, s helyére hidegebb, nagyobb sűrűségű levegő áramlik. Ezt a levegőáramlást szél formájában érezzük. A tenger vizének a felmelegedése sem egyenletes. Ennek következtében földrészek közötti, hatalmas *tengeráramlások* jönnek létre (például **Golf-áramlás**).

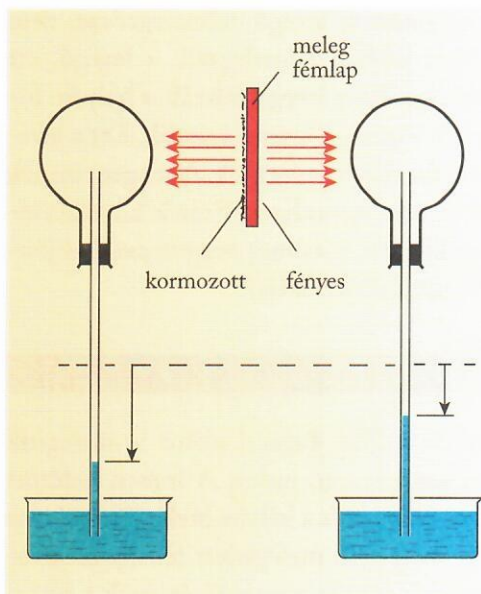
A hőszugárzás

Téli napsütésben a Nap sugarai akkor is melegítik testünket, amikor a levegő hideg. A frissen befűtött szobában akkor is érezzük a kályha melegét, amikor a szoba levegője még nem melegedett fel. Az elektromos hőszugárzóknak is már messziről érezzük a melegítő hatását. Ezekben az esetekben a meleg testekből kiinduló láthatatlan sugaraknak, a hőszugáraknak a melegítő hatását érezzük. Ezt a jelenséget **hőszugárzásnak** nevezzük.

A Naptól a világűrön át jutnak a Földre a hőszugárak. A hőszugárzáshoz tehát **nem szükséges közvetítő anyag (közeg)**.

Valamely test annál nagyobb mértékben bocsát ki magából hőszugárakat, minél magasabb a hőmérséklete.

Tengeráramlás a Földközi-tengernél

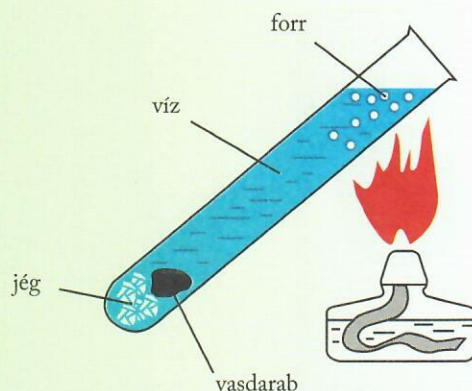


Azonos feltételek mellett a sötét, érdes felületű testek nagyobb mértékben bocsátanak ki magukból hősugarakat, mint a fényes, sima felületűek. Ezért készítik például a sütő belső falát sötét színűre. Így nagyobb mértékben sugározza a hőt, mint ha világos színű lenne.

A testek a hősugarakat elnyelik, ezáltal melegsznek fel. Azonos feltételek mellett a sötét, érdes felületű testek nagyobb mértékben nyelik el a hősugarakat, mint a fényes, sima felületűek. Ezért készítik a hűtőszekrényeket világos (fehér) színű műanyagból. Hasonló okból festik világos (fehér) színűre a hűtőkocsikat, hűtővagonokat is. Az elektromos hősugárzó „tányérját” világos, tükröző felületűre készítik. Ezáltal a hősugaraknak csak kis részét nyeli el, többségüket visszaveri, hogy azok a szobában levő tárgyakat melegítsék.

Kísérletek

1. Egy kis jégdarabkára vasdarabot erősítünk, és vízzel telt kémcsőbe tesszük. A kémcsőben levő vizet a felszín közelében addig melegítjük, amíg forrásba nem jön. A kémcső alján levő jég ennek ellenére nem olvad el. Milyen következtetést vonhatunk le ebből a tapasztalatból?



2. Nyisd ki kissé a fűtött szoba ajtaját! Tartsd a gertya lángját először az ajtónyílás felső, majd az alsó részéhez! Mit tapasztalsz? Adj magyarázatot a tapasztaltakra!

3. Készíts alumíniumfóliából 3-4 cm átmérőjű hengert, és dugd a fólia belsejébe az egyik ujjadat! Mit tapasztalsz? Magyarázd meg!

4. Tartsd a tenyeredet a meleg kályha közelébe! Tegy a kályha és a tenyered közé rajzlapot! A levegő hőmérséklete nem változott, mégis hőmérséklet-változást érzel a tenyereddel. Adj magyarázatot a tapasztaltakra!

Érdekesség

A paplanernyő. A sportolók a paplanernyővel a magas hegy tetejéről elrugaszkodva hosszú időn át képesek a levegőben maradni. Ehhez a hegy oldalában felfelé szálló légáramlást hasznosítják.

Napkollektor. A napkollektorral a napsugarak hőhatását lehet hasznosítani. A ház tetején levő csőrendszerben keringő folyadék felmelegszik a Nap sugaraitól. A kollektor csőrendszerében keringő fagyálló folyadék a „hőcserélőben” melegíti fel a lakás csőrendszerében keringő vizet. Ebben a csepregi lakásban nyáron a kollektor 60 °C-ra melegíti fel a vizet. A napkollektor napsütés esetén februártól októberig biztosítja a lakás fűtését és melegvíz-ellátását.

- Milyen módon lehet a napkollektorral
 - a) tüzelőanyagot megtakarítani;
 - b) hozzájárulni a levegőszennyeződések csökkentéséhez?



Érdekesség

Üvegházhatás. A mezőgazdaságban olyan üvegházakat építenek, amelyeknek átlátszó a tetejük és az oldalfaluk. Ezeken át a napsugarak bejuthatnak az üvegházba, így bennük a növények fejlődéséhez szükséges hőmérséklet az időjárástól függetlenül biztosítható.

A légkörbe a különböző levegőszennyeződések következtében egyre több olyan anyag kerül, amely visszaveri a Föld által kibocsátott hősugarakat. Ezáltal – ha kismértékben is – fokozatosan nő a Földet körülvevő levegő hőmérséklete. Ezt a jelenséget nevezzük *üvegházhatásnak*.

Egyes kutatók szerint ennek a hatásnak a következménye az is, hogy a gleccserek egy részének a hossza és a jég réteg vastagsága egyre csökken. Az ausztriai Großglockner mellett levő *Pasterze-* (paszterce) *gleccser* hosszúsága 6 km, területe 19 km², vastagsága 180 m.

A gleccser nagyságát jól érzékelhetjük, ha a repedések nagyságát a gleccseren járó turistákhoz viszonyítjuk. Ennek a gleccsernek a hosszúsága például az utóbbi 70-80 évben 17 méterrel csökkent.

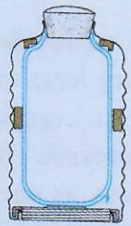


Pasterze-gleccser

- Melyik gáz okozza elsősorban az üvegházhatás kialakulását?

A hópalack. A hópalackban (termoszban) levő meleg étel vagy ital sokáig meleg marad. Készítésekor a kettős fala közül kiszivattyúzzák a levegőt, az edény falát pedig tükröző felülettel vonják be.

- Milyen módon biztosítják a hópalack készítésekor a hővezetés, a hőáramlás és a hősugárzás csökkentését?



Kérdések és feladatok

1. A faajtó és a rajta levő rézkilincs hőmérséklete azonos. Miért érezzük mégis hidegebbnek a kilincset, mint az ajtót?
2. A távfűtés csöveit üvegyapottal veszik körül. Miért?
3. Miért kettősek a szobaablakok?
4. Napsütéses, szélmentes időben a gólyák nagyon hosszú ideig tudnak szárnycsapás nélkül körözni a magasban. Mivel magyarázható ez a jelenség?
5. Miért van a hűtőgépben a mélyhűtő rész fenn?
6. Miért van hűvösebb árnyékban, mint napsütéses helyen?
7. Miért olvad meg a hó a fa tövében előbb, mint a fától távol?
8. A fagyra érzékeny palántákat éjszakára letakarják. Miért nem fagy meg így a növény?

33. A TESTEK FELMELEGÍTÉSE MUNKAVÉGZÉSEL

Kezünket összedörzsölve érezzük, hogy kezünk melegszik. Ha ruhadarabbal megdörzsöljük a hőmérő folyadéktartályát, akkor a hőmérő hőmérséklet-emelkedést mutat. A munkadarabhoz súrlódó fűrész, reszelő, fúró szintén felmelegíti a munkadarabot. Ezekben az esetekben **munkát** végeztünk a súrlódási erővel szemben. A *munkavégzés* következtében emelkedett a test hőmérséklete.

Energia – hő

E tapasztalatok azt mutatják, hogy munkavégzéssel meg lehet változtatni a testek hőmérsékletét. A testeknek ezt az **állapotváltoztató képességét energiának** nevezzük. (A későbbiekben sok példát látunk arra is, hogy az energiával rendelkező testek megváltoztathatják a velük kölcsönhatásban levő testek sebességét, feszítettségét és egyéb állapotát is.)

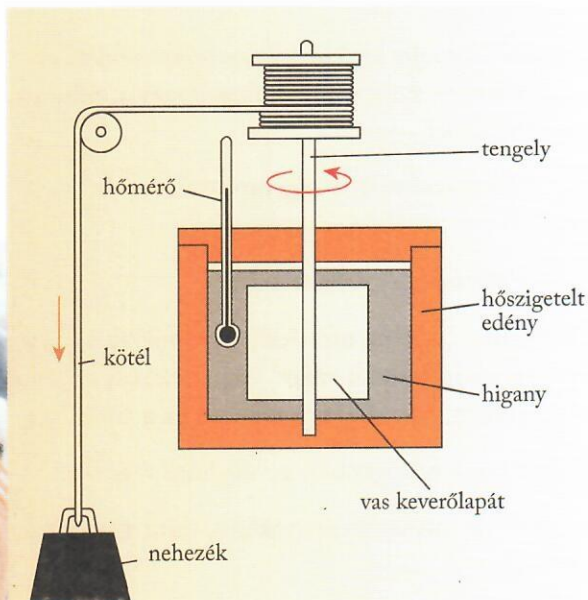
Amikor munkát végzünk a súrlódási erő ellenében, a hőmérséklet-emelkedés azt jelzi, hogy nő a test energiája. Ezt az energiaváltozást **hőmennyiségnek** vagy röviden **hőnek** nevezzük.

Az **energia jele az E** . Az energiaváltozás jele a ΔE . (A változást a fizikai mennyiség elé írt görög nagy delta betűvel szoktuk jelölni.) A hőmennyiség

az energiaváltozás egyik módja, amit külön betűvel, Q -val jelölünk. Az energia mértékegysége a J és a kJ, megegyezik a munka mértékegységével. Ebből adódóan az energiaváltozás, illetve a hőmennyiség mértékegysége is a J és a kJ.

Joule kísérlete

Az 1800-as években James Prescott *Joule* (dzsúl) angol fizikus meggyőző kísérletet végzett a mechanikai munka és a hőmennyiség (hő) közötti kapcsolat igazolására. Higannyal, vízzel vagy más folyadékkal telt edényben keverőlapátokat forgatott körbe, amelyeket nehezékekkel, a tengelyre csavart kötéll segítségével hozott mozgásba. A folyadék a keverés következtében felmelegedett. Azt is meghatározta, hogy milyen összefüggés van a végzett munka és a hőmérséklet-változás között.



Egy kísérlet során jó hőszigetelésű edényben keveréssel emeltük az edényben levő víz hőmérsékletét. A alábbi táblázat azt mutatja, hogy milyen mértékű *hőmérséklet-emelkedés* és *energiaváltozás* történt a különböző nagyságú *munkavégzés* következtében:

Végzett munka (W)	4,2 kJ	8,4 kJ	12,6 kJ	16,8 kJ
A víz tömege	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg
Hőmérséklet-emelkedés (ΔT)	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C
Hőmennyiség (Q)	4,2 kJ	8,4 kJ	12,6 kJ	16,8 kJ

A víz energiája mindegyik esetben ugyanannyival nőtt, mint amennyi munkát végeztünk a víz keverésekor.

Jó tudni!

Az 1 kg tömegű víz hőmérsékletét 4,2 kJ munkával lehet 1 °C-kal emelni. 4,2 kJ *munkát* végzünk például akkor, ha

- 1 kN erőt fejtünk ki 4,2 m hosszú úton, vagy
- 2 kN erőt fejtünk ki 2,1 m hosszú úton, vagy
- 4,2 kN erőt fejtünk ki 1 m hosszú úton.

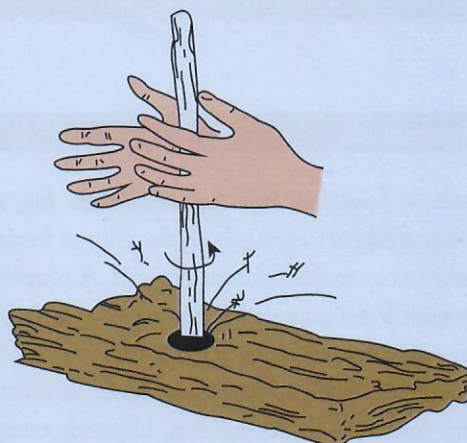
A 4,2 kJ *hőmennyiséggel* például

- 1 °C-kal lehet emelni az 1 kg tömegű víz hőmérsékletét, vagy
- 2 °C-kal lehet emelni a 0,5 kg tömegű víz hőmérsékletét, vagy
- 4,2 °C-kal lehet emelni a $\approx 0,24$ kg tömegű víz hőmérsékletét.

Érdekesség

Tűzgyújtás mechanikai munkával. A tűzgyújtás legősibb módja az volt, hogy az ősember egy száraz fadarabba kis mélyedést vágjt, és abban addig mozgatott egy másik fadarabot, amíg az tüzet nem fogott.

- Milyen állapotváltozás történt tűzgyújtás közben?



Fúrás a víz alatt. Benjamin Thompson Rumford (ramford, 1753–1814) amerikai születésű angol fizikus egy fegyvergyárban tett látogatása alkalmával megfigyelte, hogy az ágyúcső fúrása közben a cső és a fúró erősen felmelegszik. Rumford kísérletezni kezdett. Tompa fúróval végeztetett fúrást víz alatt. A víz két és fél óra alatt forrásba jött.



Kérdések és feladatok

1. Hűtőszekrénybe tesszük az üdítőitalt.
 - a) Milyen állapotváltozás történik?
 - b) Milyen energiaváltozás történik?
2. Mákdarálás után melegnek érezzük a ledarált mákot. Mivel magyarázható ez?
3. Fúrógéppel lyukat fúrunk a fába. Utána ujjunkkal megérintjük a fúrót. Melegnek érezzük. Mi a magyarázata?
4. Kösörüléskor szikrázik a gyorsan forgó kösörűkő. Mi a magyarázata?
5. Miért szikrázik a vonat kereke erős fékezés közben?
6. A repülőgép gumikereke füstölni szokott a földet érés pillanatában. Miért?
7. Reszelés közben 150 kJ munkát végeztünk. Mennyivel nőtt a reszelő és a munkadarab energiája?
8. Fűrészelés közben 260 kJ-lal emelkedett a fűrész, a fa és a környező levegő energiája. Mennyi munkát végeztünk?

34. A TESTEK FELMELEGÍTÉSE TÜZELŐANYAGOK ELÉGETÉSÉVEL

Tüzelőanyagok

Az iskola, a lakás, az üzemek fűtéséhez fát, szenet, olajat vagy földgázt égetünk el. Az iskolai kísérletekhez gyakran használunk borszeszegőt. A főzéshez is a legtöbb háztartásban valamilyen tüzelőanyag (például földgáz) elégetésével biztosítják a szükséges *hőmennyiséget*. Égés során a tüzelőanyagok hőmérséklete a kémiai reakciók miatt megnő, képesek energiájuk egy részét a hidegebb környezetnek átadni.

Égéshő

Ugyanakkora tömegű barnaszén, földgáz, fenyőfa vagy más tüzelőanyag elégetésekor különböző mennyiségű hő keletkezik. Laboratóriumi mérésekkel megállapították, hogy mennyi hőt nyernek 1-1 kg tömegű anyag elégetésekor. Anyagonként más-más értékeket kaptak.

Néhány példa:

- 1 kg barnaszén elégetésekor 12 000 kJ energiát kaptak.
- 1 kg földgáz elégetésekor 18 000 kJ energiával nőtt a környezet energiája.
- 1 kg dízelolaj elégetésekor 45 000 kJ volt a kapott hőmennyiség.

Az anyagokat ilyen szempontból jellemző mennyiséget *égéshőnek* nevezzük. Az égéshő jele: L_e

Az alábbi táblázat azt mutatja, hogy mennyi az 1-1 kg tömegű tüzelőanyag elégetésekor a hőmennyiség, és mennyi az égéshője ugyanezeknek az anyagoknak.



Az égéshő mértékegysége: $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Másik mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$

$$1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} >_{1000} 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

A hőmennyiség kiszámítása

A tüzelőanyagok elégetésekor nyert energia mennyisége ebből adódóan nagymértékben függ a tüzelőanyagok *égéshőjétől*. Természetesen befolyásolja a kapott hő mennyiségét az is, hogy mekkora *tömegű* az elégetett tüzelőanyag. Ebből adódóan a tüzelőanyag elégetésekor nyert energiaváltozást, a *hőmennyiséget* a következő módon számíthatjuk ki:

$$\text{hőmennyiség} = \text{égéshő} \cdot \text{tömeg}$$

$$Q = L_e \cdot m$$

Tüzelőanyag	barnaszén	földgáz	fenyőfa	feketeszen	dízelolaj
Hőmennyiség (Q)	12 000 kJ	18 000 kJ	19 000 kJ	28 000 kJ	45 000 kJ
Tömeg (m)	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg
Égéshő (L_e)	12 000 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	18 000 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	19 000 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	28 000 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	45 000 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Példa

Az autók motorjában a benzin elégetésekor kapott hőmennyiséget hasznosítjuk. A Budapest és Pusztaszer közötti 154 km hosszú úton 9 liter (6,3 kg) benzint fogyaszt az autó. A benzin égéshője $46\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi hő keletkezik a 6,3 kg benzin elégetése közben?

$$L_e = 46\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$
$$m = 6,3 \text{ kg}$$

$$Q = ?$$

$$Q = L_e \cdot m = 46\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 6,3 \text{ kg} =$$
$$= 289\,800 \frac{\text{kJ} \cdot \text{kg}}{\text{kg}} = 289\,800 \text{ kJ}$$

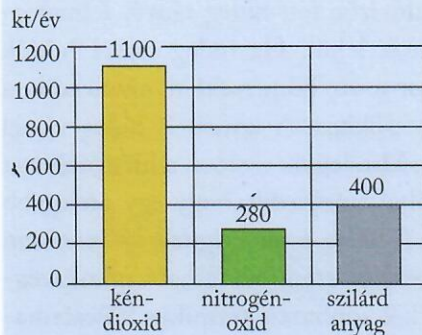
A 6,3 kg benzin elégetésekor 289 800 kJ hő keletkezik.

Kérdések és feladatok

1. Azonos feltételek mellett melegítünk egyenlő tömegű vizet ugyanakkora tömegű tőzeg és fekete-szén elégetésével, azonos körülmények között. A tőzeg elégetésekor $13\text{ }^\circ\text{C}$ -kal, a fekete-szén elégetésekor $26\text{ }^\circ\text{C}$ -kal emelkedik a víz hőmérséklete. Hasonlítsd össze a két anyag égéshőjét!
2. A kokszt égéshője $24\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.
 - a) Mennyivel nő a környezet energiája 1 kg kokszt elégetése közben?
 - b) Mennyi kokszt elégetése árán nyerünk 24 000 kJ hőmennyiséget?
3. Kísérletezés közben 10 dkg denaturált szeszt égetünk el. A denaturált szesz égéshője $30\,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi a hőmennyiség?
4. A repceolaj égéshője $37\,800 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi a környezetnek átadott hőmennyiség 1,5 kg repceolaj elégetésekor?
5. A grill sütőben 2,4 kg faszenet égetünk el. A faszén égéshője $33\,600 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi hőmennyiség keletkezik az elégetéskor?
6. 100 g tej energiatartalma 50 kJ, sűrűsége $1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Mennyi az energiatartalma 2 dl tejnek?

Érdekesség

A levegőszennyeződés csökkentése. A tüzelőanyagok elégetésekor olyan égéstermékek is kerülnek a levegőbe, amelyek szennyezik a környezetet. A diagram azt mutatja, hogy Magyarországon évente – kisebb-nagyobb eltéréssel – hány kt (kilotonna = 1000 tonna) kén-dioxid, nitrogén-oxid és szilárd anyag (por, korom, pernye stb.) kerül a levegőbe. Ezekből az anyagokból a légszennyezést legnagyobb arányban a hőerőművek, az ipari üzemek, a közlekedés és a háztartások okozzák.



- Melyik anyag kerül legnagyobb mennyiségben a levegőbe? Milyen tulajdonságai vannak ennek az anyagnak?

Az ember energiaszükséglete. A szervezet működéséhez, a munkavégzéshez szükséges energiát táplálékfelvétellel biztosítjuk. A szervezet a tápanyagok különféle átalakításával, elégetésével növeli saját energiáját. Egy 12-13 éves fiú napi energiaszükséglete 9600 kJ, egy lánynak napi 8400 kJ energiára van szüksége. Az élelmiszerek hasznosítható „energiatartalmát” 100 g élelmiszere szokták megadni. Néhány élelmiszer 100 g-jának energiatartalma: fehér kenyér 1000 kJ; burgonya 340 kJ; sertéshús 630–1640 kJ; zsír 3800 kJ.

A helyes táplálkozáshoz az energiatartalom mellett az élelmiszerek más jellemzőit (vitamin-, fehérjetartalom, koleszterintartalom stb.) is figyelembe kell venni.

A kalória. A hőmennyiség korábban alkalmazott mértékegysége a kalória (cal) és ennek az 1000-szerese, a kilokalória (kcal). Ebből adódóan szoktak kalóriadús, illetve kalóriaszegény ételekről beszélni.

Egyes élelmiszerek (például a liszt) csomagolásán az energiatartalmat kJ-ban és kilokalóriában kifejezve is feltüntetik meghatározott anyagmennyiségre értve.



- Állapítsd meg a liszt csomagolásán feltüntetett adatok alapján, hogy hány kJ-lal egyenlő 1 kcal!

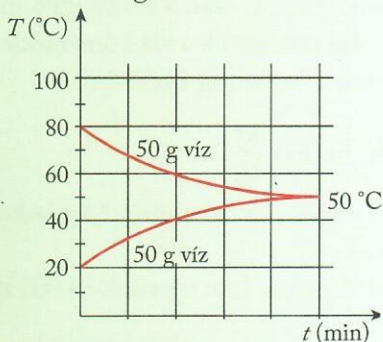
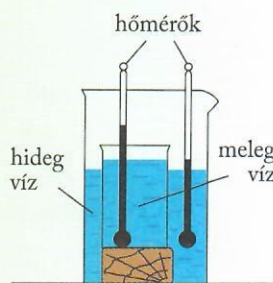
35. A TERMIKUS KÖLCSÖNHATÁS

A meleg mosogatóvízbe tett hideg tányér felmelegszik, a mosogatóvíz lehűl. Ha hideg vízzel hűtjük a forró teát, akkor a víz hőmérséklete emelkedik, a tea hőmérséklete csökken. A kovács is hideg vízzel hűti a forró vasat. Mindegyik esetben a hidegebb test hőmérséklete azáltal emelkedik, hogy egy melegebb testtel érintkezik. A hideg és a meleg test kölcsönösen hat egymásra. Ilyenkor szemmel látható munkavégzés nincs. Ezt a kölcsönhatást **termikus kölcsönhatásnak** nevezzük.

A termikus kölcsönhatás során mindkét test állapota megváltozik: a melegebb test hőmérséklete csökken, a hidegebb test hőmérséklete emelkedik. Ezzel egyidejűleg megváltozik a kölcsönhatásban részt vevő testek energiája is: a melegebb test energiája csökken, a hidegebb test energiája nő.

Meleg vizet tartalmazó poharat teszünk hideg vízbe. Folyamatosan mérjük a meleg és a hideg víz hőmérséklet-változását.

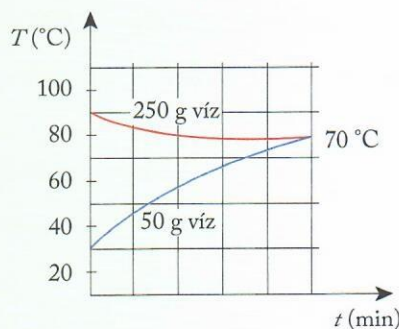
Először azt vizsgáljuk meg, hogy miként alakul a termikus kölcsönhatás során kialakuló közös hőmérséklet, ha *egyenlő tömegű*, de különböző hőmérsékletű víz hat egymásra. A mérés eredményeként azt tapasztaljuk, hogy a hideg víz hőmérséklete ugyanannyival emelkedik, mint amennyivel csökken a meleg víz hőmérséklete.



Két azonos tömegű víz kölcsönhatása

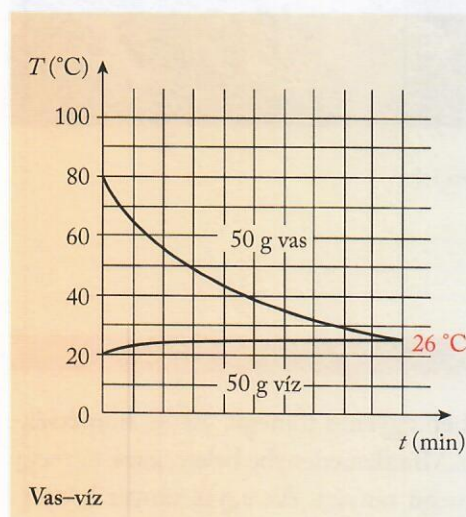
Most azt vizsgáljuk meg, hogy mekkora lesz a kialakuló közös hőmérséklet, ha különböző tömegű, eltérő hőmérsékletű víz hat egymásra. Méréseink szerint a kialakuló közös hőmérséklet a nagyobb tömegű víz hőmérsékletéhez lesz közelebb.

Tanulságos összehasonlítanunk ezt az eredményt az előző mérés eredményével. Mindkét esetben ugyanakkora volt a meleg víz hőmérséklete (80 °C), és ugyanakkora volt a hideg víz hőmérséklete is (20 °C). A második esetben mégis magasabb lett a kialakuló közös hőmérséklet (70 °C), mint az első esetben (50 °C). Ez a különbség abból adódott, hogy a második esetben nagyobb volt a meleg víz tömege (250 g), mint az első esetben (50 g). A nagyobb tömegű víznek nagyobb a *változtatóképessége*, nagyobb az *energiája*, mint a kisebb tömegű víznek.



Két különböző tömegű víz kölcsönhatása

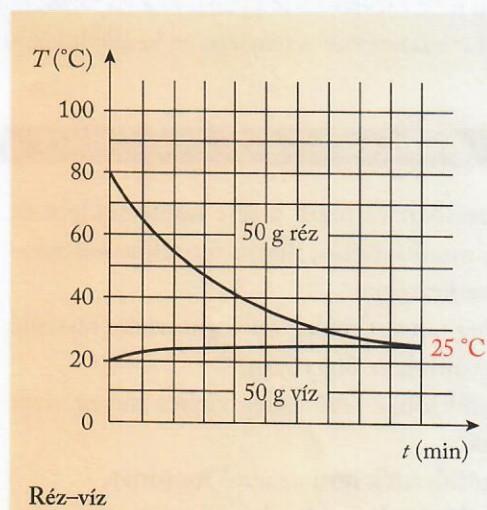
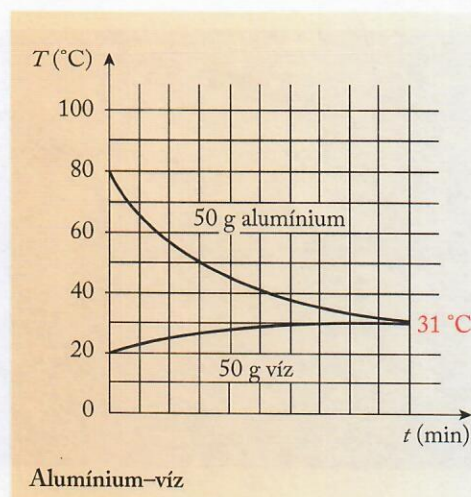
Érdekes eredményhez jutunk akkor, ha egyenlő tömegű, azonos hőmérsékletre melegített alumínium-, vas- és rézhengert teszünk egy-egy pohár hideg vízbe. (Mindegyik pohárban egyenlő tömegű, azonos hőmérsékletű víz van.) Azt tapasztaljuk, hogy a termikus kölcsönhatás következtében abban a pohárban emelkedik a víz hőmérséklete a legnagyobb mértékben ($31\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra), amelyikbe az alumíniumhengert tettük. Ennél kisebb mértékben ($26\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra) emelkedik a víz hőmérséklete a vashenger hatására. Legkisebb mértékben ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra) emelkedik a víz hőmérséklete a rézhenger hatására.



Ezek szerint a különböző *anyagú* testek – azonos körülmények között – más-más mértékben képesek



termikus kölcsönhatás közben az azonos tömegű víz hőmérsékletét emelni. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a különböző anyagú, egyenlő tömegű testeknek más-más a *változtatóképessége*, más az *energiája*.



Eddigi vizsgálataink tapasztalatait a következőkben összegezhettük:

- Ha két különböző hőmérsékletű test közvetlenül érintkezik egymással, akkor *termikus kölcsönhatás* jön létre.
- A termikus kölcsönhatás során az egyik test hőmérséklete *csökken*, a másik test hőmérséklete *emelkedik*.
- A termikus kölcsönhatásban levő testek lehűlésének, illetve felmelegedésének mértéke *a két test hőmérséklet-különbségétől, a két test tömegétől és a két test anyagi minőségétől* függ.
- Termikus kölcsönhatás közben *az egyik test energiája csökken, a másik test energiája nő*.

Kísérlet

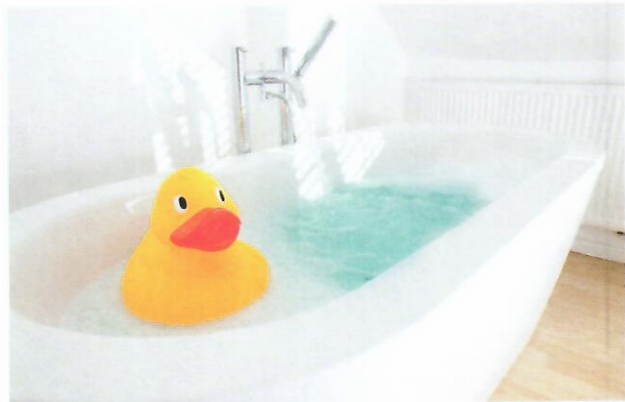
Állíts egy hőmérőt az üres üveg pohárba, és tedd a hűtőszekrénybe! Miután várható, hogy a pohár már nem hűl tovább, emeld ki a hűtőszekrényből! Olvasd le a hőmérőről a mért hőmérsékletet! Mérd ki a mérőpohárba 1200 cm^3 térfogatú (1200 g tömegű), $18 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű vizet! Állítsd ebbe a lehűtött poharat és a hőmérőt! Termikus kölcsönhatás jön létre a víz és a pohár között.



- A kísérlettel kapcsolatos becsléseidet és mérési eredményedet a füzetedbe írd le!
 - a) Becsüld meg, mekkora lett a pohár és a víz közös hőmérséklete!
 - b) Olvasd le a hőmérőről a ténylegesen kialakult közös hőmérsékletet!

Kérdések és feladatok

1. Melyik esetben változik a test hőmérséklete és energiája munkavégzés, illetve termikus kölcsönhatás következtében?
 - a) A hideg tányért meleg mosogatóvízbe tesszük.
 - b) Meggyújtjuk az öngyújtót.
 - c) A fürdőkádban levő hideg vízhez meleg vizet öntünk.
 - d) A hűtőfolyadék hűti az autó motorját.
 - e) Pumpálás közben felmelegszik a pumpa.
 - f) A hús hőmérséklete csökken a hűtőszekrényben.
2. Hideg vízzel hűtjük a forró teát. Miként változik
 - a) a víz hőmérséklete;
 - b) a tea hőmérséklete?
3. A kovács két különböző tömegű, $850 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű kapát tesz a két egyenlő tömegű, azonos hőmérsékletű vizet tartalmazó edénybe. Hasonlítsd össze a két edényben levő víz hőmérséklet-változását!
4. A fürdőkádban levő $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -os hőmérsékletű vízhez $70 \text{ }^\circ\text{C}$ -os vizet öntünk. Hasonlítsd össze a kádban levő víz és a hozzáöntött víz tömegét, ha a kialakuló közös hőmérséklet $38 \text{ }^\circ\text{C}$ lett!
5. Két edényben egyenlő tömegű, $70 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű víz van. Mindkét edénybe beleteszünk egy-egy azonos tömegű tányért. Az egyik tányér hőmérséklete $20 \text{ }^\circ\text{C}$, a másik tányér $35 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű. Hasonlítsd össze a két edényben levő víz hőmérséklet-változását!
6. Két edényben egyenlő tömegű, azonos hőmérsékletű víz van. Mindkettőbe beleteszünk egy-egy $0,2 \text{ kg}$ tömegű, azonos hőmérsékletű merítőkannalat. Az egyik edényben $2 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal, a másikban $3 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal csökken a víz hőmérséklete. Miként lehetséges ez?

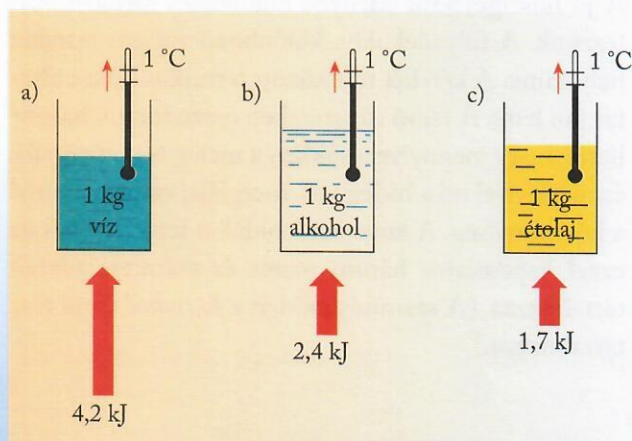


36. A FAJHŐ

A következőkben azt vizsgáljuk meg, hogy mennyi hő szükséges a testek hőmérsékletének az emeléséhez.

Tudjuk, hogy annál több hőre van szükség, minél magasabb hőmérséklet-emelkedést akarunk elérni, és minél nagyobb a test tömege. A hőmérséklet-emeléshez szükséges hőmennyiség függ a test anyagának a minőségétől is.

Laboratóriumi mérésekkel megállapították, hogy mennyi hő szükséges az 1 kg tömegű, különböző anyagú testek hőmérsékletének az 1 °C-kal történő emeléséhez. Anyagonként más-más értékeket kaptak.



Példák:

- Az 1 kg tömegű víz hőmérsékletének 1 °C-kal való emeléséhez 4,2 kJ;
- az 1 kg alkohol hőmérsékletének 1 °C-kal való emeléséhez 2,4 kJ;
- az 1 kg étolaj hőmérsékletének 1 °C-kal való emeléséhez 1,7 kJ energia szükséges.

Az anyagokat ilyen szempontból jellemző mennyiséget *fajhőnek* nevezzük.

A *fajhő jele: c*

A fajhőt röviden a következő módon írhatjuk fel:

- a víz fajhője $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$,
- az alkohol fajhője $2,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$,
- az étolaj fajhője $1,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$.



A test anyaga	ólom	réz	vas	üveg	alumínium
A test tömege (m)	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg
Hőmérséklet-változás (ΔT)	1 °C	1 °C	1 °C	1 °C	1 °C
Hőmennyiség (Q)	0,13 kJ	0,38 kJ	0,46 kJ	0,8 kJ	0,9 kJ
Fajhő (c)	$0,13 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,38 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,46 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

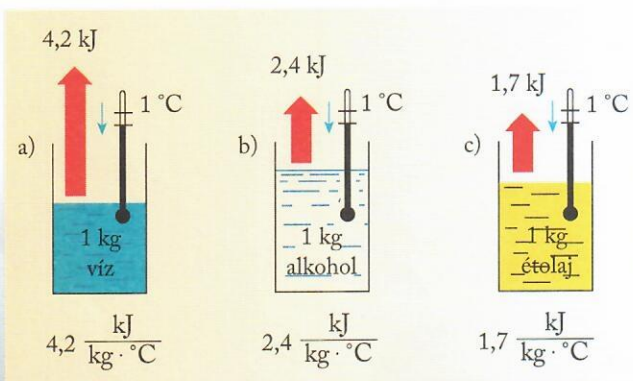
A fenti táblázat azt mutatja, hogy mennyi hővel lehet néhány szilárd anyag 1-1 kg-jának a hőmérsékletét 1 °C-kal emelni. A táblázat utolsó sora – e mennyiségekből adódóan – az anyagok fajhőjét tartalmazza.

Egy anyag fajhője azt mutatja meg, hogy mennyi hőre van szükség ahhoz, hogy az anyag 1 kg-jának a hőmérsékletét 1 °C-kal emeljük.

Az anyagok fajhőjéből például a következőket „olvashatjuk” ki:

Minél nagyobb valamely anyag fajhője,

- annál több energiával lehet ugyanakkora tömegű anyag hőmérsékletét azonos mértékben emelni;
- felmelegedés után viszont annál több energia „tárolódik” benne;
- annál több energiát képes „átadni” a környezetének azonos körülmények között.



Érdekesség

A tengervíz mérséklő hatása. A tengervíznek sokkal nagyobb a fajhője, mint a szárazföldnek. Ezért a napsugárzás hatására nyáron a tenger vize kisebb mértékben melegszik fel, mint a szárazföld (azonos napsugárzás hatására). Télen viszont a tenger vize kisebb mértékben hűl le, mint a szárazföld. Ebből adódóan a tenger vize felől érkező levegő nyáron enyhíti a szárazföldön a hőséget, télen pedig enyhíti a nagy hideget. Nyáron hűti a levegőt, télen pedig melegíti.

A hőmennyiség számítása

A jó hőszigetelésű edénybe különböző folyadékokat teszünk. A folyadékokba különböző anyagú testeket helyezünk. A két-két test között termikus kölcsönhatás jön létre. A fajhő ismeretében össze tudjuk hasonlítani, hogy mennyivel csökken a meleg test energiája, és mennyivel nő a hideg test energiája; vagyis mennyi a hőmennyiség. A következő oldalon levő táblázat az ezzel kapcsolatos három mérés és számítás adatait tartalmazza. (A számítás módját a *Jó tudni!* című rész tartalmazza.)

A termikus kölcsönhatásban részt vett két test anyaga	1. mérés		2. mérés		3. mérés	
	víz	víz	víz	alumínium	alkohol	üveg
fajhője (c)	$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$2,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$0,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$
tömege (m)	250 g	50 g	210 g	70 g	0,6 kg	0,2 kg
kezdeti hőmérséklete (T)	80°C	20°C	18°C	78°C	22°C	72°C
hőmérséklet-változása (ΔT)	10°C	50°C	4°C	56°C	5°C	45°C
közös hőmérséklete (T_k)	70°C		22°C		27°C	
Hőmennyiség (Q)	10,5 kJ	10,5 kJ	3,528 kJ	3,528 kJ	7,2 kJ	7,2 kJ

Mindegyik esetben azt tapasztaljuk, hogy a magasabb hőmérsékletű test energiája ugyanannyival csökken, mint amennyivel az alacsonyabb hőmérsékletű test energiája nő. A „leadott” és a „felvett” hőmennyiség egyenlő.

Jó tudni!

A hőmérséklet-változáskor bekövetkező energiaváltozást, a hőmennyiséget a következő módon számíthatjuk ki:

hőmennyiség = fajhő · tömeg · hőmérséklet-változás

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

Példa

50 g tömegű, 20°C hőmérsékletű vizet melegítünk. Ennek következtében a víz hőmérséklete 70°C -ra emelkedett. A víz fajhője $4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Mennyivel nőtt a víz energiája?

$$m = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$Q = ?$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,05 \text{ kg} \cdot 50^\circ\text{C} = 10,5 \text{ kJ}$$

A víz energiája 10,5 kJ-lal nőtt.

Kérdések és feladatok

- A gépolaj fajhője $1,68 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. Mennyi hő szükséges 1 kg tömegű gépolaj hőmérsékletének 1°C -kal történő emeléséhez?
- A kovács a meleg vasat a hideg vízbe teszi. A vas energiája 300 kJ-lal csökkent. Mennyivel nőtt a vízé?
- Egyenlő tömegű benzint és olajat öntünk össze. A benzin hőmérséklete 9°C -kal csökkent, az olaj hőmérséklete 8°C -kal emelkedett. Hasonlítsd össze a benzin és az olaj fajhőjét!
- Az étolaj fajhője $1,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, a burgonya fajhője $3,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. A meleg étolajba vele egyenlő tömegű, hideg burgonyát teszünk. Hasonlítsd össze az étolaj és a burgonya
 - energiaváltozását; b) hőmérséklet-változását!
- A forró zsírba tett hal tömege 0,25 kg. Hőmérséklete 120°C -kal emelkedik. A hal átlagos fajhője $0,92 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. Mennyi a hal által „felvett” hőmennyiség?
- Egy gyümölcs tömege 10 kg. Fajhője $3,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. Aszalás kezdetén 40°C -kal emelkedik a gyümölcs hőmérséklete. Mennyi hő szükséges ehhez?
- Egy 70 kg tömegű ember testhőmérséklete 37°C -ről $38,5^\circ\text{C}$ -ra emelkedett. Az emberi test átlagos fajhője $3,36 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. Mennyivel nőtt az energiája?
- Hűtőszekrénybe teszünk 4 kg tömegű tejet. A tej hőmérséklete 15°C -kal csökken. A tej fajhője $3,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$. Mennyivel csökken a tej energiája?

37. AZ ANYAG RÉSZECSKESZERKEZETE

Az anyag felépítése

Ha befogjuk a kerékpárpumpa tömlőjét, és a dugattyút befelé nyomjuk, akkor csökken a pumpában levő levegő térfogata. Ebből az következik, hogy a levegő nem tölti ki hézagmentesen a rendelkezésre álló helyet. **A levegő nagyon sok, igen apró részecskéből áll.**

A közepén összeszűkülő edénybe félig kékre festett vizet, majd föléje piros színű alkoholt öntünk. Megjelöljük a folyadékszint magasságát. A cső nyílásának befogása után a kétféle folyadékot összerázzuk. A víz és az alkohol közös térfogata ezáltal kisebb lesz, mint összerázás előtt. Ez csak úgy lehetséges, hogy sem a víz, sem az alkohol nem folyamatos, nem hézagmentes anyag.

A folyadék is kis részecskék sokaságából áll.



Ha a folyadékot hűtjük, megfagy, szilárd anyag lesz belőle. A szilárd test a folyadék részecskéinek egymáshoz kapcsolódásával jön létre, a **szilárd halmazállapotú anyagok is kis részecskéből épülnek fel.**

A részecskék mozognak

A kölnisüveg kinyitása után rövidesen az egész szobában érezhető a kölni illata. A száradó széna és a virágok illatát már messziről lehet érezni. Ezek a tapasztalatok azt mutatják, hogy **a gázz részecskék állandó mozgásban vannak.**

Kálium-permanganát-oldatot és vizet rétegezzük egymásra a pohárban. Bizonyos idő eltelte után megfigyelhetjük, hogy külső beavatkozás nélkül is elkeveredik a kétféle folyadék. Eszerint a **folyadék részecskéi is mozognak.**

Kimutatható, hogy a **szilárd testek részecskéi szintén mozognak, mégpedig meghatározott hely körül rezegnek.**

Részecskék közötti vonzóerő

A vonalzó meghajlításához, a rugó megnyújtásához, a fémhuzal elszakításához erő szükséges. **A szilárd anyagok részecskéit vonzóerő tartja össze.** A részecskéket egymástól eltávolítani csak a köztük levő vonzóerő legyőzésével lehet.

Az eső cseppekben hull a földre. A kissé megnyitott csapból is cseppekben csöpög a víz a mosdókagylóba. A tálkában levő higany is cseppet alkot. Mindez azt igazolja, hogy a **folyadék részecskéi között is van vonzóerő.** Ez azonban kisebb, mint a szilárd test részecskéit összetartó erő. Ezért a folyadék rendezetlenül mozgó részecskéi egymáson elgördülve helyüket megváltoztathatják.



Szilárd test részecskéi

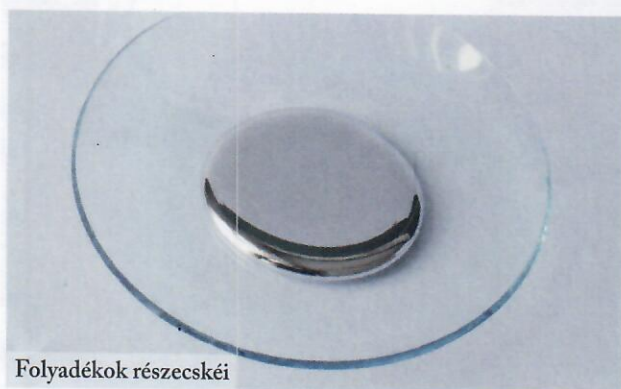
A gázok részecskéi távol vannak egymástól, ezért közöttük általában nincs erőhatás. Mivel azonban a gázrészecskék mozognak, időnként rugalmasan ütközhetnek egymással. A gáz részecskéi a tárolóedény falával is ütköznek, ezért a gáz nyomja az edény falát.

Az anyag részecskéi között ható erők adnak magyarázatot arra, hogy miért állandó, illetve változó a különböző halmazállapotú testek alakja és térfogata.

Halmazállapot	Alak	Térfogat
Szilárd	állandó	állandó
Folyékony	változó	állandó
Légnemű	változó	változó

A részecskék mozgása

Hideg és meleg vízbe teszünk egy-egy mokkacukrot. Azt tapasztaljuk, hogy a meleg vízben hamarabb oldódik a cukor, mint a hideg vízben. A meleg vízben gyorsabban lökdösődnek szét a cukor részecskéi. Hasonlót tapasztalunk akkor is, ha cukor helyett más oldódó anyagot teszünk a vízbe. A kálium-permanganát-oldat és a víz keveredése is gyorsabb, ha magasabb a hőmérsékletük. Ebből az következik, hogy magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozognak az anyag részecskéi, mint alacsonyabb hőmérsékleten.



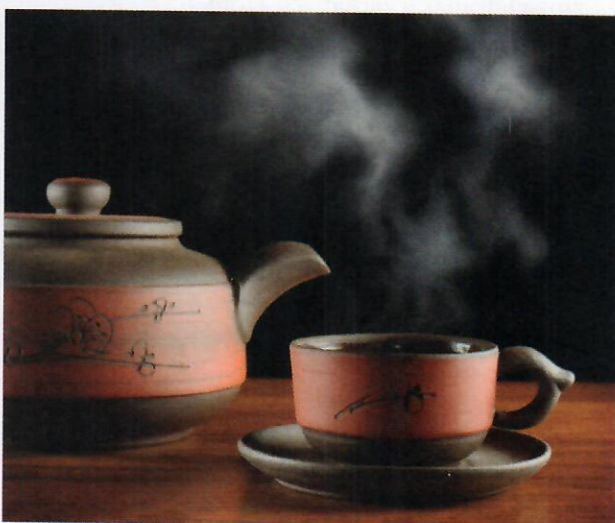
Folyadékok részecskéi

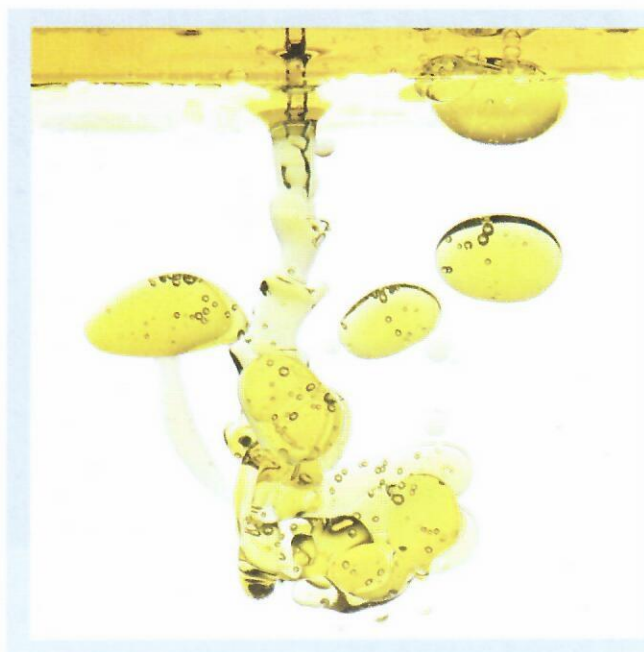


Gázok részecskéi

Az anyag részecskeszervezetéről eddig a következőket ismertük meg:

- Az anyagok igen apró, szabad szemmel nem látható részecskékből állnak.
- E részecskék nem töltik ki hézagmentesen a teret.
- Az anyagok részecskéi állandó mozgásban vannak. A szilárd anyagok egy meghatározott pont körül rezegnek; a folyadékok részecskéi egymáson elgördülhetnek; a gázok részecskéi pedig eredeti helyüktől nagy távolságra is eljuthatnak.
- Az anyag részecskéi között vonzóerő van. A szilárd anyagok részecskéi között van a legnagyobb vonzóerő; kisebb mértékű a vonzás a folyadék részecskéi között; a gázrészecskék között pedig gyakorlatilag nincs vonzóerő.
- Magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozognak az anyag részecskéi, mint alacsonyabb hőmérsékleten.





Érdekség

Az anyag részecskéi, az alma és a Föld. Az anyagot alkotó részecskék annyiszor kisebbek egy közepes nagyságú almánál, ahányszor kisebb az alma a Földnél.

A vízben szétfolyó olaj olyan hárttyát alkot, amely 40 000-szer vékonyabb az emberi hajszálnál.

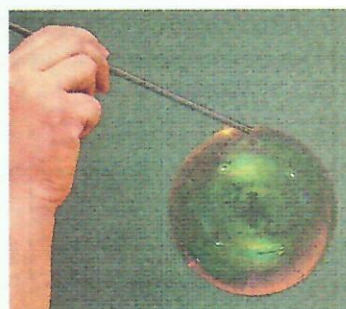
Egy csepp vízben néhány milliárdszor annyi részecske van, mint ahány ember él a Földön.

A részecskék sokfélesége. Az anyagok részecskéi sokféle lehetnek (molekulák, atomok, ionok stb.). Ezek szerkezetével, tulajdonságaival a kémia foglalkozik. A fizikában, mostani tanulmányaink során, csak összefoglaló elnevezésüket, a részecskék kifejezést használjuk.

Olaj a vízen

Kísérletek

1. Cseppents egy csepp tejet a pohárban levő vízbe! A víz hamarosan szürkésfehérré válik az egész pohárban. Mire következtethetünk a látott jelenségből?
2. Fújj szívószállal szappanbuborékot! Vedd el a szádtól a szívószálat, és figyelj meg, miként változik meg a szappanbuborék térfogata! Adj magyarázatot a jelenségre a szappanbuborék anyagszerkezte alapján!



Kérdések és feladatok

1. A felfújott futball-labdába is lehet még további levegőt pumpálni. Milyen következtetést vonhatunk le ebből a levegő szerkezetére vonatkozóan?
2. Amikor a benzinkútnál lecsavarjuk az autó benzintartályának a zárfedelét, azonnal érezzük a benzinszagát. Mivel magyarázható ez a jelenség?
3. Fénynyaláb szűrődik be az ablakon a sötét szobába. Jól látható a fényben, amint a levegőben lebegő porszemek igen apró „táncoló” mozgást végeznek. Mi a magyarázata e jelenségnek?
4. Megnyújtunk egy gumiszalagot. Érezzük, hogy a gumiszalag húzza a kezünket. Adj magyarázatot e tapasztalatra az anyag részecskeszerkezte alapján!
5. A zsír összefüggő foltban helyezkedik el a húsleves felszínén. Mi ennek az anyagszerkezeti magyarázata?



38. AZ OLVADÁS ÉS A FAGYÁS

Olvasás

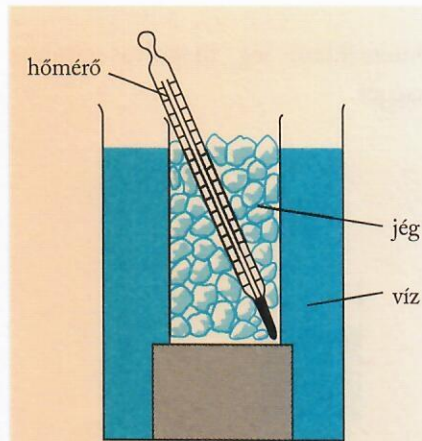
Tavasszal a tó jége megolvad a napsugarak hatására. A hűtőszekrényből kivett jégkocka is kis idő után *megolvad, folyékonyvá válik*. Melegítéskor a cukor, a konyhasó és más szilárd anyagok is megolvadnak. Magas hőmérsékleten az ólom, az alumínium, a vas, a réz és a többi fém is folyékonyvá válik.

Azt a halmazállapot-változást, amely közben a szilárd anyagok folyékonyvá válnak, **olvadásnak** nevezzük.

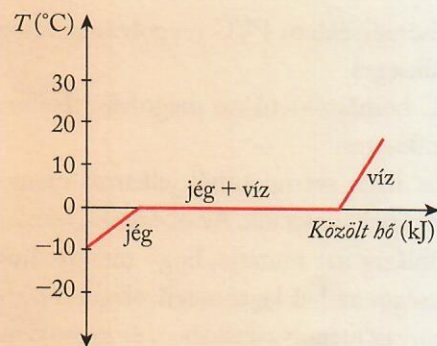
Olvasáspont

Vízbe tesszük a jeget tartalmazó főzőpoharat. A vizet melegítjük. Ezáltal – a víz közvetítésével – lassan növeljük a jég energiáját. Kezdetben fokozatosan emelkedik a jég hőmérséklete; amikor azonban eléri a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, hőmérséklete nem emelkedik tovább, hanem változatlan marad mindaddig, amíg a jég teljes egészében el nem olvad. Miután elolvad, a víz hőmérséklete tovább emelkedik.

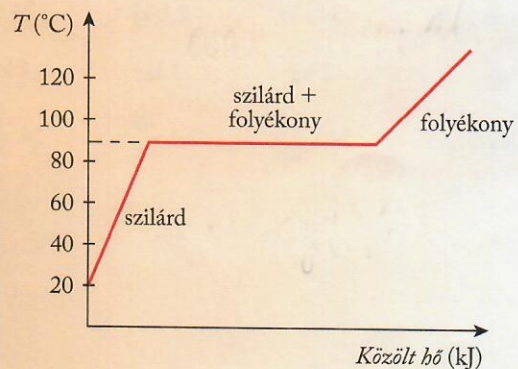
Hasonló jelenséget tapasztalnánk a PVC, az ólom, az alumínium, a vas és más szilárd anyagok esetében is, de ezek az anyagok más-más hőmérsékleten válnak folyékonyvá. A PVC $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, az ólom $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, az alumínium $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, a vas $1536\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on. Azt a hőmérsékletet, amelyen a szilárd anyag megolvad, az anyag **olvadáspontjának** nevezzük.



Jég a főzőpohárban



Jég olvadásának grafikonja



Szilárd anyag olvadásának grafikonja

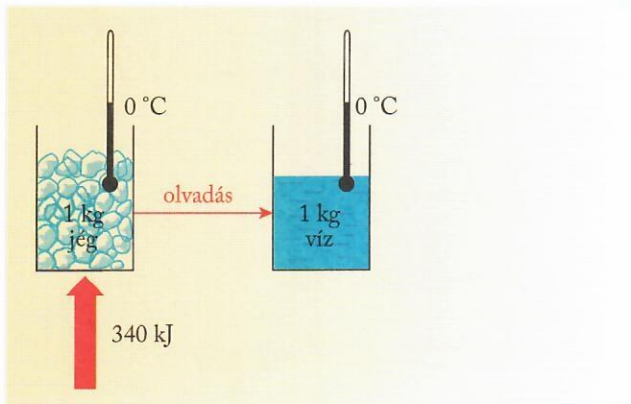


Olvadáshő

Érdekes, hogy olvadás közben nem emelkedik az anyag hőmérséklete annak ellenére, hogy közben folytonosan nő az anyag energiája. A „felvett” energia a halmazállapot megváltoztatásához szükséges. Laboratóriumi mérésekkel megállapították, hogy mennyi hő szükséges 1-1 kg olvadáspontjára melegített anyag megolvasztásához. Anyagonként más és más értéket kaptak.

Példák:

- 1 kg 0 °C hőmérsékletű jég megolvasztásához 340 kJ hő szükséges.



- 1 kg 90 °C hőmérsékletű PVC megolvasztásához 2,1 kJ hő szükséges.
- 1 kg 1536 °C hőmérsékletű vas megolvasztásához 272 kJ hő szükséges.

Az anyagokat ilyen szempontból jellemző mennyiséget **olvadáshőnek** nevezzük. Az olvadáshő jele: L_o .

Az alábbi táblázat azt mutatja, hogy mennyi hőmennyiség szükséges az 1-1 kg tömegű, olvadáspontjára melegített anyag megolvasztásához, és mennyi az olvadáshője ugyanezeknek az anyagoknak.

Anyag	jég	PVC	ólom	alumínium	vas
Hőmennyiség (Q)	340 kJ	2,1 kJ	24 kJ	360 kJ	272 kJ
Tömeg (m)	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg
Olvadáshő (L_o)	$340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$360 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	$272 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

Az olvadáshő mértékegysége: $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

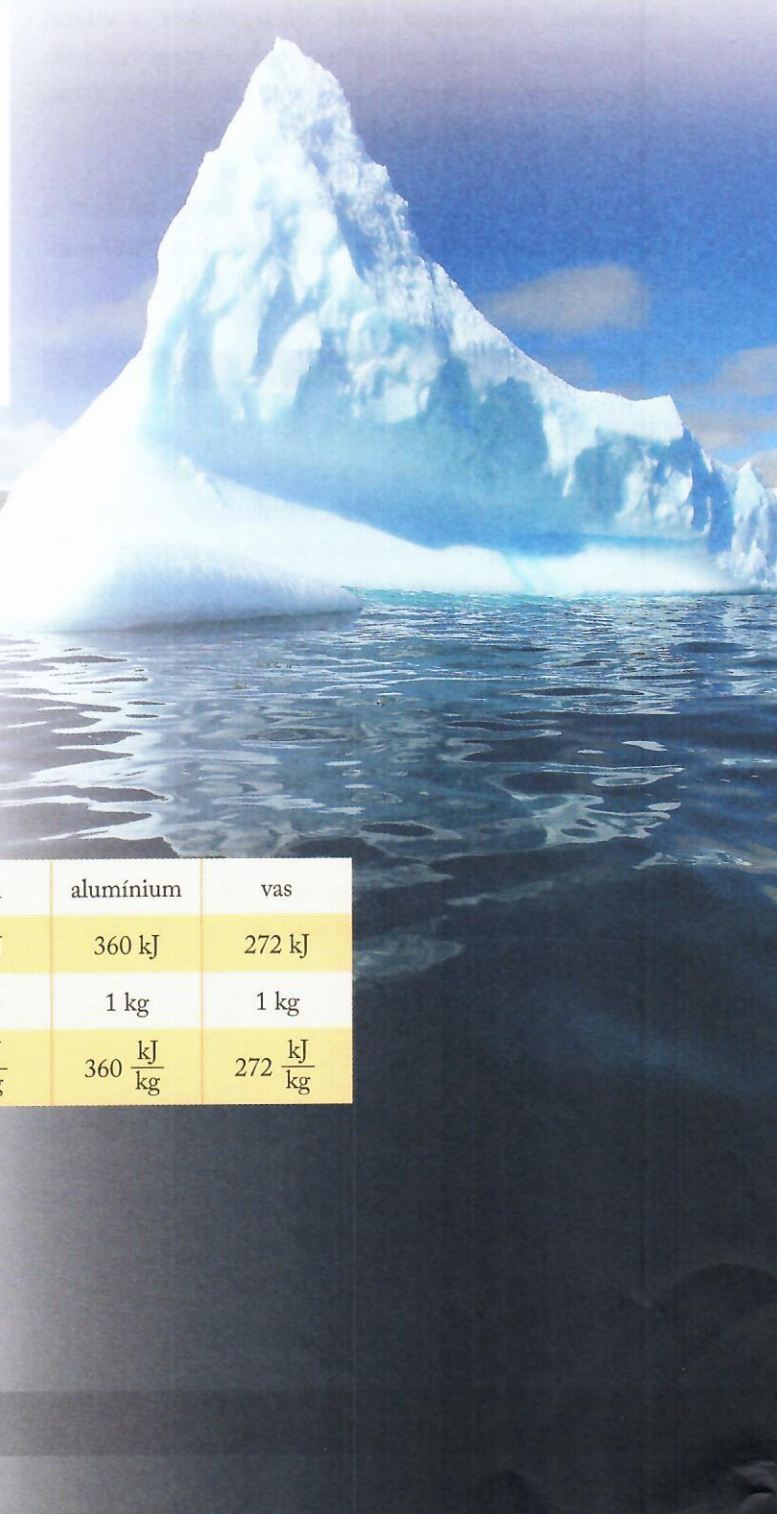
Másik mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$

$$1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} > 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Az anyagok megolvasztásához szükséges hőmennyisége az olvadáshő mellett attól is függ, hogy mekkora tömegű szilárd anyagot akarunk megolvasztani. Ebből adódóan a szilárd anyagok megolvasztásához szükséges hőmennyiséget a következő módon számíthatjuk ki:

hőmennyiség = olvadáshő · tömeg

$$Q = L_o \cdot m$$

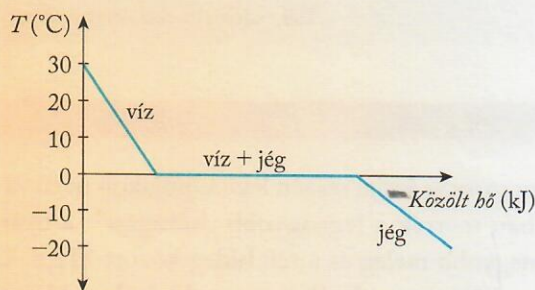
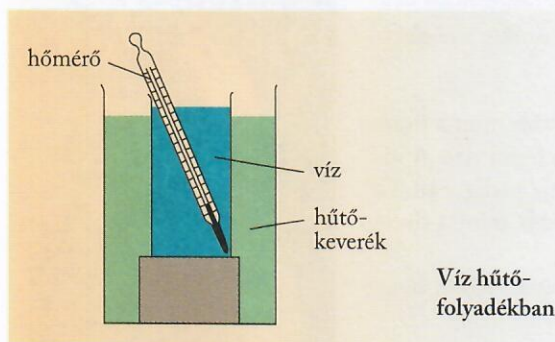


Fagyás

Télen a tó vize befagy. A mélyhűtőbe tett víz, tej és más folyadékok ugyancsak *megszilárdulnak, megfagynak*. Alacsony hőmérsékleten a higany, a petróleum és a benzin is megfagy.

Azt a halmazállapot-változást, amely közben a folyadék szilárdává válik, fagyásnak nevezzük.

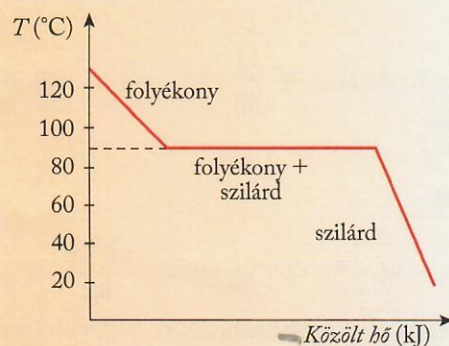
Jég és konyhasó keverékébe (hűtőkeverékbe) állítjuk a vizet tartalmazó műanyag poharat. Ezáltal fokozatosan csökken a víz hőmérséklete és energiája. Amikor azonban a víz eléri a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, hőmérséklete nem csökken tovább, hanem változatlan marad mindaddig, amíg a víz teljes egészében meg nem fagy. Miután megfagy, a jég hőmérséklete tovább csökken.



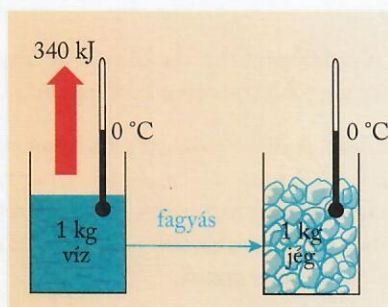
A víz fagyásának grafikonja

Hasonló jelenséget tapasztalunk a megolvasztott, folyékony PVC, ólom, alumínium vagy vas esetében is. A fagyás meghatározott hőmérsékleten következik be. Ez a hőmérséklet a fagyáspont. Ugyanannak az anyagnak a fagyáspontja megegyezik az olvadáspontjával.

Fagyás közben nem csökken a jég hőmérséklete, annak ellenére, hogy közben folytonosan csökken a víz energiája. Fagyás közben ugyanannyival csökken a test energiája, mint amennyivel nő olvadás közben. A fagyáshő egyenlő az olvadáshővel.



A folyékony anyagok fagyásának grafikonja



Fagyáskor a testek térfogata csökken, sűrűségük nő. A víz azonban a legtöbb anyagtól eltérő tulajdonságú. Amint $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá csökken a víz hőmérséklete, nő a víz térfogata, és ez a térfogat-növekedés fagyás közben is folytatódik. A növekvő térfogatú jég igen nagy erő kifejtésére képes.

A sziklák hasadékaiba került víz télen megfagy. A jég térfogata fagyás közben nő, és szétrepeszt, mállasztja a sziklákat. Őszi mélyszántás után a talajrögökben a víz megfagy, s azokat a jég térfogat-növekedése következtében szétmállasztja. Azért válik az ilyen talaj tavaszra lazává.



Ha télen a szabadban levő vízvezetékcsövekben befagy a víz, akkor a jég fagyás közben szétrepesztené a csövet. Ennek megakadályozása érdekében burkolják be jó hőszigetelő anyagokkal a csővezetékeket.

Példa

Az öntöttvas olvadáshője $96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi hó szükséges 2,5 kg tömegű öntöttvas megolvasztásához?

$$L_o = 96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

$$Q = ?$$

$$Q = L_o \cdot m = 96 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 2,5 \text{ kg} = 240 \frac{\text{kJ} \cdot \text{kg}}{\text{kg}} = 240 \text{ kJ}$$

2,5 kg öntöttvas megolvasztásához 240 kJ hó szükséges.

Érdekesség

Térfogat-növekedés olvadáskor. Olvadás közben az anyagok többségének nő a térfogata. Ennek az a magyarázata, hogy olvadás közben egyre több részecske kerül egymástól távolabb, nő a részecskék sebessége, mozgásuk tágassága.

A jég térfogat-növekedése. Amikor csökken a víz hőmérséklete, akkor a térfogata 4°C alatt és fagyás közben is nő. Ennek a jelenségnek az a magyarázata, hogy 4°C alatt a víz részecskéi egyre nagyobb számban veszik fel a jég kristályszerkezetének megfelelő mértani alakzatot. Ehhez azonban nagyobb helyre van szükség, mint amikor a részecskék még „rendezetlen” mozgást végeztek.

Az oldatok fagyáspontja. Az oldatok fagyáspontja általában alacsonyabb, mint a tiszta oldószeré. A konyhasóoldat fagyáspontja például alacsonyabb, mint a tiszta vízé. A sós tengervíz fagyáspontja $-2,5^\circ\text{C}$, a 20%-os konyhasóoldat fagyáspontja pedig -18°C . A cukor és az ásványi sók vizes oldatainak fagyáspontja is alacsonyabb, mint a tiszta vízé. Ezért a vér és a növényi nedvek 0°C -on még nem fagynak meg.

Az autók hűtővizébe „hűtőfolyadékot” kevernek. Ezáltal biztosítani lehet, hogy a téli hidegben se fagyjon be a motor hűtővize.

A kőszobrok védelme. Télen a kőszobrok felületét megrongálhatja a kis repedésekbe beszivárgó víz, ha ott megfagy. Ezt úgy előzik meg, hogy télre ponyvával takarják le a szobrokat.



Téli védelemmel ellátott szobor

Kérdések és feladatok

1. A jég megolvad. Miként változik meg
a) az olvadó jég energiája;
b) a környezet energiája?
2. Az ólom olvadáshője $24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi hó szükséges 0,2 kg ólom megolvasztásához?
3. A vas olvadáshője $270 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyivel nő az 1,5 kg vas energiája megolvasztás közben?
4. Az alumínium olvadáshője $360 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi hó szükséges az 5 kg tömegű alumíniumtömb megolvasztásához?
5. A forrasztóon olvadáspontja 216°C . Mennyi a fagyáspontja?
6. Oroszország ázsiai részén levő Ojmjakon nevű városban mérték a legnagyobb „hőingást”: a nyári legnagyobb meleg és a téli hideg között $112,8^\circ\text{C}$ volt a különbség. A téli legnagyobb hideg ebben a városban -78°C volt. Miért nem használhattak ehhez a méréshez higanyos hőmérőt?
7. Az ón fagyáshője $59 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyivel csökken az 1,8 kg tömegű, folyékony ón energiája fagyás közben?
8. A higany fagyáshője $12 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyivel csökken a 0,2 kg higany energiája fagyás közben?

39. A PÁROLGÁS

A tavak, tengerek vize állandóan *párolog*. A kezünkre fújt kölni rövid idő alatt *légneművé* válik. A kiterített ruha is azért szárad meg, mert a víz elpárolog belőle.

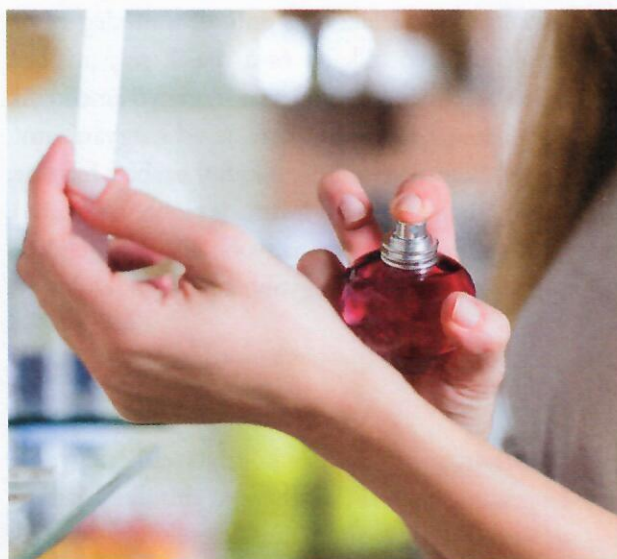
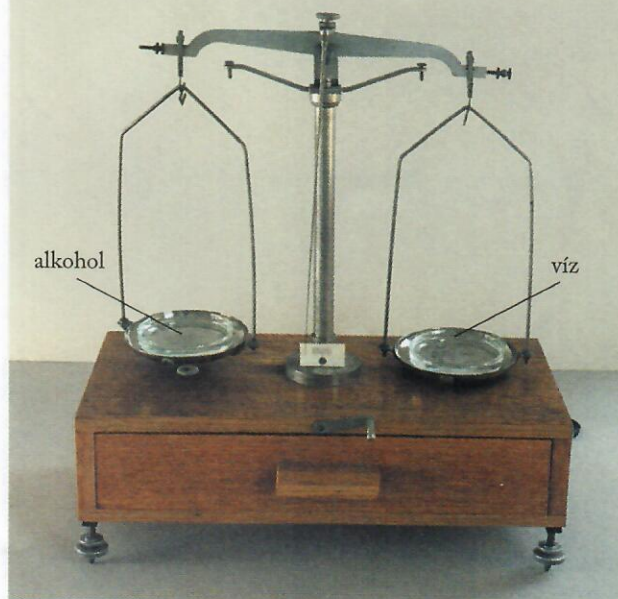
Azt a halmazállapot-változást, amely közben a folyadék légneművé válik, párolgásnak nevezzük. A párolgás a folyadék szabad felszínén megy végbe. A tapasztalat szerint minden folyadék minden hőmérsékleten párolog.

A körülményektől függően különböző gyorsaságú lehet a párolgás.

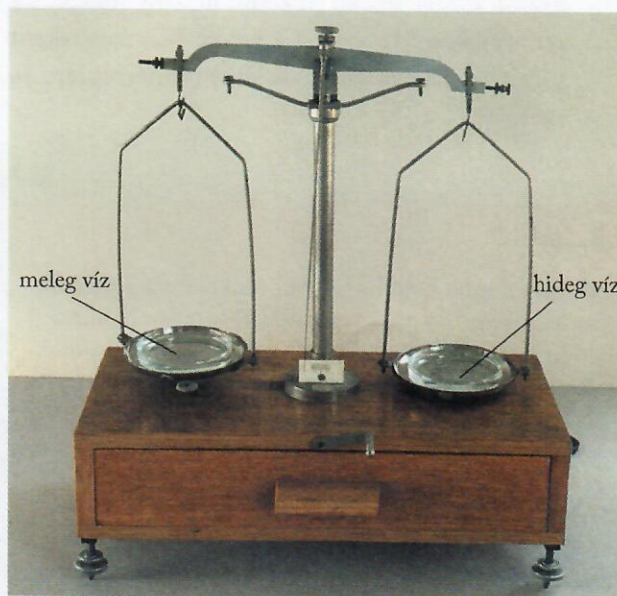
A párolgás függ...

Egyenlő tömegű vizet és alkoholt öntünk a mérleg két, azonos méretű serpenyőjébe. Rövid idő múlva felemelkedik az a serpenyő, amelyben az alkohol van. Az alkohol gyorsabban párolog, mint a víz. A benzín és a kölni is gyorsabban párolog, mint a víz. A párolgás sebessége tehát függ **a folyadék anyagától**.

Alkohol és víz mérlegen

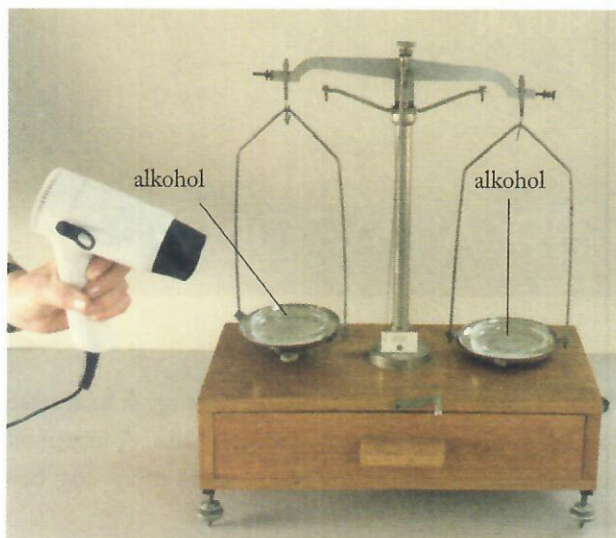


Az egyik serpenyőbe hideg vizet, a másikba meleg vizet öntünk. Rövid idő múlva a meleg vizet tartalmazó serpenyő felemelkedik. A meleg víz gyorsabban párolog, mint a hideg víz. A kiterített ruha is hamarabb megszárad a melegben, mint hűvös időben. A párolgás gyorsabb, ha magasabb **a folyadék és a környezet hőmérséklete**.



Egyenlő tömegű alkoholt öntünk a mérleg két serpenyőjébe. Az egyik serpenyő felett levegőt fúvatunk át. Ezen az oldalon a serpenyő hamarosan feljebb emelkedik. A légáramlás tehát gyorsította a párolgást. A kiterített ruha is gyorsabban szárad széles időben, mint szélcsendes időben. A légáramlás tulajdonképpen elviszi a folyadék felszínének a közeléből a keletkezett gőzöket, s ezáltal csökken a levegő gőztartalma. A párolgás gyorsabb, ha **kisebb a levegő gőztartalma**.

Egyenlő tömegű alkoholt öntünk a mérleg egyik serpenyőjében levő tálkába és a másik serpenyőben levő pohárba. Rövid idő után az a serpenyő emelkedik fel, amelyikben a tálka van. Erre az ad magyarázatot, hogy a tálkában nagyobb az alkohol szabad felszíne, mint a pohárban. A kiterített ruha is előbb megszárad, mint az összehajtott, mivel nagyobb a szabad felülete. A párolgás gyorsabb, ha **nagyobb a párolgó felület**.



Érdekesség

Az anyag részecskéi kilépnek a folyadékból. A párolgást a folyadék részecskék rendezetlen mozgásával értelmezhetjük, magyarázhatjuk meg. A folyadékfelszín közelében levő, nagy sebességű, felfelé haladó részecskék egy része – a többi részecske vonzása ellenében is – kilép a folyadékból. Magasabb hőmérsékleten több ilyen részecske hagyja el a folyadékot. Ha nagyobb a folyadék szabad felszíne, akkor több részecske képes kirepülni. Amennyiben kevesebb a levegőben a gőzrészecske, ugyancsak több folyadék részecske hagyhatja el a folyadék belsejét.

A párolgó folyadék hőmérséklete azért csökken, mivel éppen a nagy sebességű részecskék hagyják el a folyadékot, és a folyadékban a kisebb sebességű részecskék maradnak.

Kísérletek

1. Nedvesíts meg vízzel és kölnivízzel két egyenlő nagyságú papírcsíkot! Tapaszd mindkettőt függőleges helyzetű üveglapra! Figyeld meg, melyik esik le előbb az üveglapról! Mi a magyarázata?
2. Nedvesíts meg vízzel két egyenlő nagyságú papírcsíkot! Helyezd mindkettőt vízszintes üveglapra, s az egyiket borítsd le pohárral! Mit tapasztalsz 2-3 óra múlva? Adj magyarázatot a tapasztalatakra!
3. Vattával burkoljuk a hőmérő folyadéktartályát, majd alkoholt cseppentünk a vattára. A hőmérő folyadékszála lejjebb húzódik néhány fokkal. Ez azt jelzi, hogy a párolgás következtében csökkent a vattára csepegtetett alkohol hőmérséklete és energiája.

Jó tudni!

„Eltűnt, mint a kámfor.” Akkor szokták ezt a hasonlatot mondani, ha valaki vagy valami váratlanul, hirtelen eltűnik. A szilárd kámfor ugyanis a folyékony halmazállapot kihagyásával közvetlenül légneművé válik. Ezt a halmazállapot-változást *szublimációnak* nevezzük.



Érdekesség

Védekezés izzadással. Káros lehetne az emberre, ha nagy melegben jelentősen megnőne szervezetének az energiája, s ezzel együtt a hőmérséklete is. Ez ellen a szervezet izzadással védekezik. Nehéz fizikai munka végzésekor, meleg, száraz időben napi 10 liter verejték kiválasztódása is lehetséges. A párolgás nagyon hatásos hűtést biztosít, mivel 1 kg tömegű víz elpárolgotatásához 2260 kJ energia szükséges. Ezt az energiát a folyadék a szervezettől vonja el, ezáltal csökken a bőr energiája és hőmérséklete.

Nyomtatás tintasugárral. A számítógéphez kapcsolható *tintasugaras nyomtatóban* parányi kis fűtőlapkák vannak, amelyek felmelegítik a zárt térben levő folyékony festéket. A folyadékban buborék képződik, s a festék kilövédik a hajszálvékony nyílásokon át a papírra a számítógépről érkező „parancsnak” megfelelően.

- Mi a fizikai magyarázata annak, hogy „a festék kilövédik a hajszálvékony nyílásokon át a papírra”?



Kérdések és feladatok

1. A fűvet lekaszás után szétterítve hagyják a réten. Miért?
2. A gyógynövényeket leszedés, begyűjtés után szétterítik, és szellős helyen tárolják. Miért?
3. Miért célszerű szellőztetni a lakásban a kövezt felmosása után?
4. Mi a szerepe a hajszárítóban
 - a) a fűtőszálnak;
 - b) a ventilátornak?
5. Miként változik meg az energiája
 - a) a párolgó folyadéknak;
 - b) a párolgó folyadék környezetének?
6. Miért hűl gyorsabban a forró étel, ha fűjjük?
7. Miért fázol, ha kilépsz a strandon a vízből?
8. Miért fázhatsz meg, ha nedves hajjal hűvös helyen tartózkodsz?

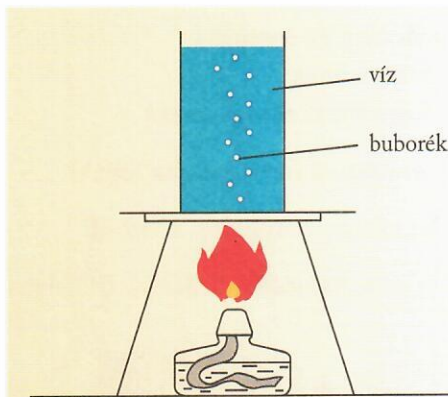


40. A FORRÁS ÉS A LECSAPÓDÁS

Forrás

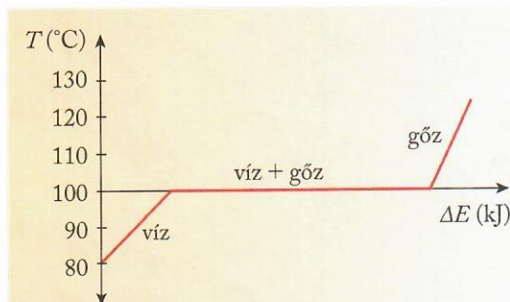
A víz minden hőmérsékleten párolog. Magasabb hőmérsékleten gyorsabb a párolgás; 100 °C-on pedig már a víz belsejében is keletkeznek gőzbuborékok, amelyek felszállnak a víz felszínére. A víz forr.

A forrásban levő víz hőmérséklete nem emelkedik tovább mindaddig, amíg teljes egészében el nem forr, gőzzé nem változik. Ezután a gőz hőmérséklete tovább emelkedik.



A víz forrása

Hasonló jelenséget tapasztalnánk az alkohol, a terpentinolaj, az éter és más folyadékok esetében is. Az alkohol 78 °C-on, a terpentinolaj 160 °C-on, az éter 35 °C-on, a megolvasztott vas 3000 °C-on forr.



A forrás grafikonja

A forrás olyan halmazállapot-változás, amelynek során nemcsak a folyadék felszínén, hanem a belsejében is képződik gőz.

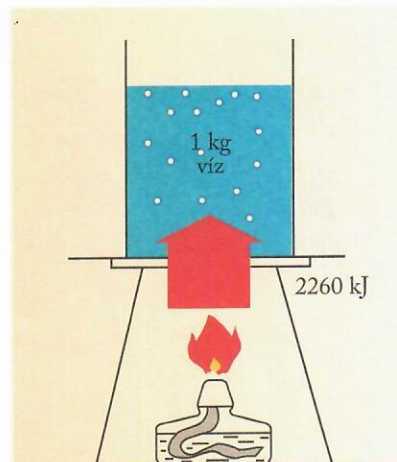
Az a hőmérséklet, amelyen a folyadék forr, az anyag forráspontja.

A különböző anyagok forráspontja más és más.

Érdekes, hogy forrás közben nem emelkedik a víz hőmérséklete annak ellenére, hogy közben folyamatosan nő az anyag energiája. A „felvett” energia a halmazállapot megváltoztatásához szükséges. Laboratóriumi mérésekkel megállapították, hogy mennyi hő szükséges 1-1 kg forráspontjára melegített anyag elforrálásához. Anyagonként más-más értéket kaptak.

Példák:

- 1 kg 100 °C hőmérsékletű víz elforrálásához 2260 kJ hő szükséges.
- 1 kg 78 °C hőmérsékletű alkohol elforrálásához 906 kJ hő szükséges.
- 1 kg 160 °C hőmérsékletű terpentinolaj elforrálásához 293 kJ hő szükséges.



1 kg víz forrása

Az anyagokat ilyen szempontból jellemző mennyiséget **forráshőnek** nevezzük. A forráshő jele: L_f

Anyag	víz	alkohol	terpentinolaj	éter	vas
Hőmennyiség (Q)	2260 kJ	906 kJ	293 kJ	377 kJ	6364 kJ
Tömeg (m)	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg	1 kg
Forráshő (L_f)	2260 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	906 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	293 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	377 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$	6364 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

A fenti táblázat azt mutatja, hogy mennyi hő szükséges a forráspontjára melegített, 1-1 kg tömegű anyag elforrálásához, és mennyi a forráshője ugyan ezeknek az anyagoknak.

A forráshő mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$

Másik mértékegysége: $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$$1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} >_{1000} 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Az anyagok elforrálásához szükséges hő mennyisége a *forráshő* mellett attól is függ, hogy mekkora *tömegű* folyékony anyagot akarunk elforralni. Ebből adódóan a folyékony anyagok elforrálásához szükséges hőmennyiséget a következő módon számíthatjuk ki:

$$\text{hőmennyiség} = \text{forráshő} \cdot \text{tömeg}$$

$$Q = L_f \cdot m$$

Leccsapódás

Hideg időben a vonat ablaka bepárásodik. Télen a fürdőszobában a tükör vizes lesz a *leccsapódó* vízgőz miatt. Főzőskor a fazékon levő fedőn a vízgőz leccsapódik. Ha a lombikból kiáramló gőzt a hideg üveglapra fúvatjuk, akkor az üveglap vizes lesz a leccsapódó vízgőz miatt.

Azt a halmazállapot-változást, amelynek során a gőz folyékonyvá válik, leccsapódásnak nevezzük.

Vízbe vezetjük a lombikból kiáramló gőzt. A gőz leccsapódik, a vizet felmelegíti. Leccsapódás közben csökken a gőz energiája, nő a környezet energiája. A gőz leccsapódáskor tulajdonképpen „leadja” azt a hőmennyiséget, amelyet gőzzé váláskor „felvett”.

Ezen a jelenségen alapszik a *gőzfűtés*. A kazánban felforraltatják a vizet. A forró vízgőz a csöveken át felfelé, a szobákban elhelyezett fűtőtestekbe áramlik. Itt a vízgőz leccsapódik. Eközben csökken a gőz energiája, és nő a fűtőtest, illetve a szoba levegőjének az energiája, emelkedik a hőmérséklete. A leccsapódott víz a kazánba folyik vissza.

Példa

A tűzhelyen levő fazékban 1,5 liter víz van. A víz teljes egészében elforr. Mennyivel nő eközben az energiája? A víz forráshője 2260 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

$$L_f = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$m = 1,5 \text{ kg}$$

$$Q = ?$$

$$Q = L_f \cdot m = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 1,5 \text{ kg} = 3390 \text{ kJ}$$

Az elforralt víz energiája 3390 kJ-lal nő.

Kísérlet

Tölts hideg vizet egy pohárba, és vidd a meleg konyhába! Mit tapasztalsz?

Magyarázd meg a jelenséget!

Páraleccsapódás az ablaküvegen

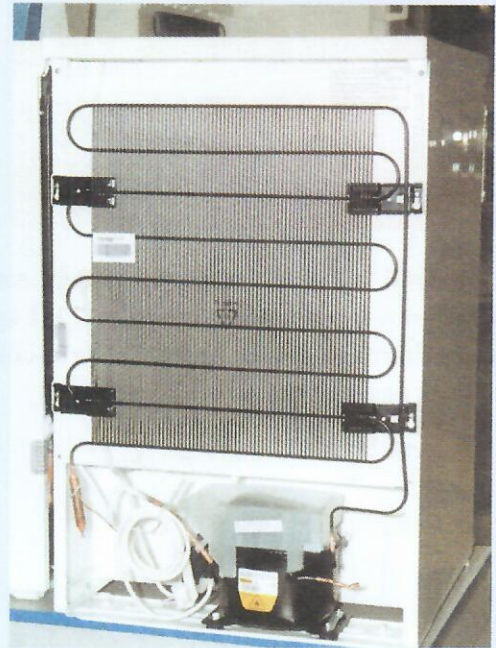


Érdekesség

Ismétlődő párolgás és lecsapódás. A hűtőszekrény zárt rendszerének egy része a hűtőszekrényen belül van. Ebben a részben gyorsan párolgó folyadékot (pl. folyékony ammóniát) *párolgatnak* el. A párolgó folyadéknak csökken a hőmérséklete, csökken az energiája. A termikus kölcsönhatás következtében csökken a hűtőszekrényben levő élelmiszerek hőmérséklete, így azok hosszabb időn át eltarthatók. Miután a csőrendszerben levő gőznek csökken a hőmérséklete, a hűtőszekrényen kívüli részben a gőz *lecsapódik*. Közben a lecsapódó gőz „hőt ad át” a környezetének. Ezért érezzük melegnek a hűtőszekrény külső rácsát.

- Milyen halmazállapot-változás következtében
 - a) csökken a hőmérséklet a hűtőszekrény belsejében;
 - b) nő a hőmérséklet a hűtőszekrény külső rácsában?

Lepárlás. Idézd fel kémiai tanulmányaidból, vagy keress választ kémiakönyvben vagy más természettudományos könyvben arra, hogy milyen eljárás a *lepárlás* (*desztillálás*), illetve miként választják szét a kőolajat *szakaszos lepárlással* alkotórészeire!



Jó tudni!

1. Az anyagok forráspontja a *légnymástól* is függ. Ha emelkedik a légnyomás, akkor emelkedik a forráspont. A folyadékoknak ezt a tulajdonságát hasznosítjuk akkor, amikor a kuktafazékban főzzük meg például a nehezen puhuló húst. A kuktafazékban a zárt térben megnő a gőz nyomása, és emelkedik a víz forráspontja. Ezért a víz ebben az edényben nem 100 °C-on, hanem kb. 120 °C-on forr. Ezen a hőmérsékleten jobban és rövidebb idő alatt megpuhul a hús, mint a „hagyományos” fazékban, amelyben nem emelkedik 100 °C fölé a víz hőmérséklete, akármennyire is melegítjük az edényt.
2. Vízet melegítünk a fedéllel lezárt edényben. Kis idő múlva annyi vízgőz lesz a víz feletti térben, hogy a levegő már nem képes több vizet „magában tartani”; több víz már nem tud elpárologni. Az edényben a víz feletti levegő telítetté válik. Az alábbi táblázat azt mutatja, hogy hány gramm vízgőz teszi telítetté a különböző hőmérsékletű, 1 m³ térfogatú levegőt:

Hőmérséklet	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C
A vízgőz tömege	4,8 g	6,8 g	9,4 g	12,8 g	17,3 g	23,0 g	30,4 g

Kérdések és feladatok

1. Mi van a forrásban levő vízből felszálló buborékban?
2. Hasonlítsd össze a 100 °C hőmérsékletű víz és az ugyanakkora tömegű, 100 °C hőmérsékletű vízgőz energiáját!
3. A 0,5 kg tömegű, forrásponton levő bróm gőzzé válásához 34 kJ hőmennyiség szükséges. Mennyi a bróm forráshője?
4. Az alkohol forráshője $906 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$. Mennyi hő szükséges 0,5 kg alkohol elforrálásához?
5. Milyen halmazállapot-változás történik akkor, amikor a fa ágain zúzmara képződik?
6. Melyik halmazállapot-változás során lesz
 - a) a folyadékból légnemű anyag (gőz);
 - b) a légnemű anyagból (gőzből) folyadék?
7. Melyik az a halmazállapot-változás, amelyik
 - a) csak az anyagra jellemző hőmérsékleten mehet végbe;
 - b) bármilyen hőmérsékleten végbemehet?