

# Hőtan

Hőmérséklet, hőmennyiség, fajhő, égéshő, belső energia,  
hőtan I. és II. főtétele

## Hőmérséklet

Az anyagok melegségének mérésére hőmérsékleti skálákat találtak ki:

**Celsius-skála:** 0 °C pontja a víz fagyáspontja

100 °C pontja a víz forráspontja

**Fahrenheit skála** (angolszász országokban használják):

0 °C = 32 °F    100 °C = 212 °F

A Celsius skála 100 beosztása a Fahrenheit skálán 180 beosztásnak felel meg.

Az anyagok hőmérséklete a részecskéinek mozgásából származik, minél gyorsabban mozognak, annál nagyobb az anyag hőmérséklete. A szilárd tárgy részecskéi egy hely körül rezegve mozognak, a folyadék részecskék egymás mellett egymáson gördülve mozognak, a gárrészecskék rendezetlenül mozognak, köztük üres hely van.

**Kísérleti bizonyíték:** Pl. Meleg vízben gyorsabban keveredik el a belecseppentett tinta, mint hideg vízben. Ez érvényes pl. a tea, vagy kakaó készítésre (meleg vízzel). Az ok: nagyobb hőmérsékletű anyagban a részecskék gyorsabban mozognak.

Ezért ha az anyagot lehűtjük, a részecskéi lassabban mozognak.

Létezik egy hőmérséklet, aminél a részecskék mozgása annyira lelassulna, hogy sebességük 0-ra csökkenne, megállnának. Ez a  $-273\text{ °C}$  fok. A részecskék megállása nem lehetséges, ezért ezt a hőmérsékletet elérni nem lehet, és ennél kisebb hőmérséklet nincs.

Ezt nevezik **abszolút 0 fok**nak, és erre alapul a **Kelvin hőmérsékleti skála** (K). Ez a Celsius skálához képest 273-al van elcsúsztatva:

$$-273\text{ °C} = 0\text{ K (abszolút 0 K fok),}$$

$$0\text{ °C} = 273\text{ K},$$

$$100\text{ °C} = 373\text{ K}$$

$$\dots\text{ °C} = \dots + 273\text{ K}$$

## Belső energia ( E )

Az anyagban levő részecskék mozognak, forognak, (szilárd anyagban rezegnek), mozgási, forgási energiájuk van. A részecskék energiáinak összege az anyag belső energiája. A tárgy, anyag belső energiája nagyobb, ha a részecskék gyorsabban mozognak, ekkor nagyobb a tárgy, anyag hőmérséklete. Ezért a belső energiát nevezik hőenergiának is.

## Hőmennyiség – jele Q, mértékegysége: J (Joule)

Különböző anyagokat (pl. két különböző folyadékot) melegítve megállapítható, hogy azonos idő alatt különböző hőmérsékletre melegednek fel. Tehát különböző anyagoknál ugyanakkora hőmérséklet-változáshoz különböző hőmennyiség szükséges. A melegítéshez szükséges hőmennyiség függ az anyagtól.

Képletben: az átadott hőmennyiség:  $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

**m**: az anyag tömege,  **$\Delta T$** : az anyag hőmérsékletének változása  
**c**: fajhő, amely az anyagra jellemző állandó, amely megadja, hogy 1 kg anyag 1 °C fokkal való felmelegítéséhez mekkora hőmennyiség szükséges. Nagyobb a fajhője annak az anyagnak, amelyiket nehezebb felmelegíteni, több hő szükséges hozzá.

A fajhő mértékegysége:  $J/(kg \cdot ^\circ C)$  vagy  $J/(kg \cdot K)$

pl. a víz fajhője  $4200 J/(kg \cdot ^\circ C)$  Ez nagynak számít, tehát sok hő szükséges ahhoz, hogy a víz hőmérséklete megváltozzon.

**Kísérlet:** vízzel telt lufit gyertyalánggal melegítve a lufi nem ég el, nem lyukad ki, mert a víz belül hűti, és nagyon lassan melegszik.

**Tapasztalat:** A tengerek vize lassan melegszik fel és lassan hűl ki.

**Egyéb gyakorlati példa:** radiátor fűtésnél a víz sokáig tartja a meleget

## Égéshő

Az anyagok égetésekor, az éghető anyag és oxigén egyesülésekor a kémiai kötési energia átalakul és hőenergia szabadul fel. 1 kg éghető anyag teljes elégetésekor keletkező hőmennyiséget az anyag égéshőjének nevezzük.

**Mértékegysége**  $kJ/kg$  ( kilojoule / kilogramm )

Különböző anyagoknak más az égéshőjük. Amelyik anyagnak nagyobb az égéshője, az több hőenergiát ad át a környezetének az égésekor. Pl. a szén égéshője  $32000 kJ/kg$ , a fa égéshője  $17000 kJ/kg$ , tehát ugyanannyi szenet és fát égetve, a szén

## Élelmiszerek tápértéke, energiatartalma

Az emberi szervezet az élelmiszerek kémiai energiáját lassú égéssel alakítja át hőenergiává. Így növeli az energiánkat a megevett étel. Táblázatban van rögzítve, hogy melyik ételnek mennyi az energiatartalma, "tápértéke". Ezt az energiát szokták nemcsak kJ-ban (kilojoule-ban), hanem kcal-ban (kilokalóriában) megadni.  $1 \text{ kcal} = 4200 \text{ J} = 4,2 \text{ kJ}$

pl. 100 gramm kenyér energiatartalma  $260 \text{ kcal} = 1090 \text{ kJ}$

## A belső energia változása ( $\Delta E$ )

Egy rendszer vagy anyag (akár szilárd, folyékony vagy gáz) belső energiája, hőmérséklete kétféle módon változtatható meg:

- Hőátadással, hőelvonással (melegítéssel, hűtéssel) (  $Q$  ) pl. főzés

- Munkavégzéssel (  $W$  ) (pl. súrlódási munkával, vagy gáz esetén a gáz összenyomásával, vagy a gáz végez munkát, ha kitágul) pl. gyufa, fém a súrlódáskor melegszik, kézdzörzsölés, ...

Ebből adódik a **hőtan I. főtétele**: Egy rendszer belső energiájának megváltozása egyenlő a rendszerrel közölt hőmennyiség és a rendszeren végzett munka összegével.

Képletben:  $\Delta E = Q + W$   $Q$  a hőmennyiség,  $W$  a munka

Az I. főtételbe szereplő tágulási munka függ a gáz nyomásától és a gáz kitágulásának nagyságától:  $W = -p \cdot \Delta V$

Azért van negatív előjel, mert ha a gáz kitágul, térfogata nő ( $\Delta V$  pozitív) viszont a belső energiája csökken, tehát a  $W$  csökkenti a  $\Delta E$ -t. Vagyis összegezve:  $\Delta E = Q + W = c \cdot m \cdot \Delta T - p \cdot \Delta V$

**A hőtan I. főtétele az egyes állapotváltozásoknál:**

**Izoterm állapotváltozás:**  $\Delta E = 0$ , mert a hőmérséklet nem változik  
 $0 = Q + W, Q = -W$

**Izochor állapotváltozás:**  $\Delta V = 0$ , így  $W = 0$ , mert a térfogat nem változik. Így:  $\Delta E = Q$  pl. zárt tartály melegítése

**Izobár állapotváltozás:** nem egyszerűsödik a képlet, mert van térfogatváltozás, ezért munka is van, és van hőmérséklet változás, tehát  $\Delta E$  is.  $\Delta E = Q + W = c \cdot m \cdot \Delta T - p \cdot \Delta V$

**Adiabatikus állapotváltozás:** vagy hőszigetelő tartályban van a gáz, vagy olyan gyorsan történik a változás, hogy nincs idő hőcserére. Ezért  $Q = 0, \Delta E = W$

pl. pumpa gyors összenyomása  
(felmelegszik a munkavégzés hatására)

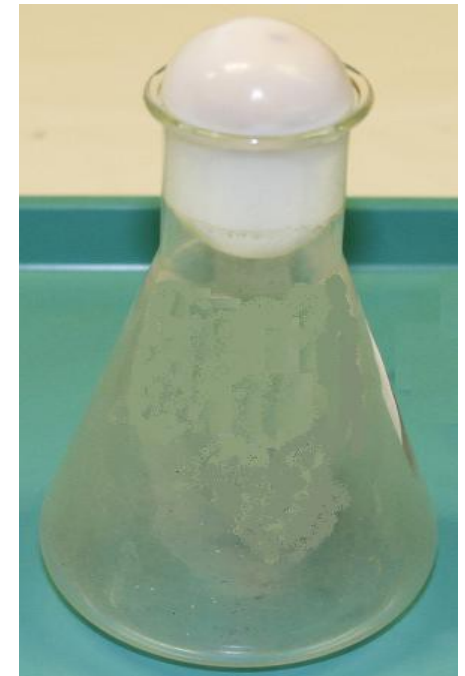


Néhány példa a hőtan I. főtételében szereplő hőközlésre és munkavégzésre (hőerőgépek):

**Benzinmotor:** A berobbant levegő-benzin keverék gáz felmelegszik és kitágul, lenyomja a dugattyút, munkát végez.

**Gázturbina:** Az elégett üzemanyag; felmelegedett gáz kitágul és a turbinalapátokra áramlik, és forgatja a turbinát. Ilyen gázturbina hajtja pl. a vadászgépeket.

A hőerőgépekre jellemző mennyiség a **hatásfok**, amely megadja, hogy a felhasznált összes energiameennyiségből hány százalék a hasznosan felhasznált energia.



**Kísérlet:** A felmelegített lombik leűl, lecsökken a gáz térfogata beszívja a főtt tojást.

Fordítva pedig a lombikban melegített levegő kitágul, munkát végez; kinyomja a lombik száján a tojást.

## A hőtan II. főtétele

A természetben önmaguktól (spontán) lejátszódó folyamatok mindig csak egy irányba mennek végbe. Ezek a folyamatok nem megfordíthatóak (irreverzibilisek).

pl. termikus kölcsönhatásban az egyik anyag által leadott hőmennyiség egyenlő a másik anyag által felvett hőmennyiséggel, a hőmérséklet-változás addig tart, amíg a két anyag hőmérséklete kiegyenlítődik.

pl. a folyadékba tett cukor, vagy festék szétterjed a folyadékban, amíg egyenletesen elkeveredik.

pl. egy teremben kifújt illatosító szétterjed a teremben, amíg egyenletesen szétoszlik.

Ezek a folyamatok fordított irányban nem mennek végbe (nem lehet, hogy a hideg anyag tovább hűljön, és a meleg tovább melegedjen, nem lehet, hogy a cukor szilárd anyagként kiváljon a folyadékból, ...stb.

Elnevezés: **Entrópia**: A rendezetlenség mértéke.

**A II. főtétele másképp**: A természetes folyamatok iránya mindig olyan, hogy a rendszer entrópiája, rendezetlensége nő.



## Termikus kölcsönhatás

Két különböző hőmérsékletű anyag érintkezésekor az egyik felmelegszik, a másik lehűl. A folyamat addig tart amíg a hőmérsékletük kiegyenlítődik, ugyanakkora lesz. (Megfordíthatatlan folyamat.) Az egyik anyag ugyanannyi hőt ad le, amennyit a másik felvesz. Az egyiknek ugyanannyival csökken a belső energiája, amennyivel a másiknak nő. **Képletben:  $Q_{le} = Q_{fel}$**  vagyis  $c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta T_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot \Delta T_2$ , ahol  $c_1$  és  $c_2$  az 1. és 2. anyag fajhője,  $m_1$ ,  $m_2$  a tömegük,  $\Delta T_1$  és  $\Delta T_2$  a hőmérséklet-változásuk.

**A hő terjedése (hőáramlás, hővezetés, hőszugárzás)**

**- Hőáramlás -** folyadékoknál és gázoknál

melegítés (hőtágulás) hatására a folyadékok és gázok sűrűsége csökken. A folyadéknak (vagy gáznak) a melegebb, kisebb sűrűségű része felfelé áramlik és összekeveredik a többi részével. A felfelé áramló részecskék a gyorsabb mozgásukkal a lassabb részecskéket is felgyorsítják. Így a hő a folyadékokban és a gázokban a részecskék áramlásával terjed.



## Kísérlet termikus kölcsönhatásra:

Meleg és hideg víz kölcsönhatásának mérése, és grafikonon ábrázolása. A kölcsönhatás addig tart, amíg a hőmérsékletük kiegyenlítődik. Az egyik anyag által leadott hőmennyiség egyenlő a másik anyag által felvett hőmennyiséggel.

$$Q_{\text{leadott}} = Q_{\text{felvett}}$$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot \Delta T_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot \Delta T_2$$

$\Delta T_1$ : az 1. anyag hőmérséklet-változása

$c_1$ : az 1. anyag fajhője  $m_1$ : az 1. anyag tömege

$\Delta T_2$ : a 2. anyag hőmérséklet-változása

$c_2$ : a 2. anyag fajhője  $m_2$ : a 2. anyag tömege

Ha a két anyag azonos (pl. mindkettő víz), és a tömegük is azonos, akkor mindkettő hőmérséklet-változása azonos ( $\Delta T_1 = \Delta T_2$ ), egyébként nem.

