

2. A hőátadás formái és törvényei

2. A hőátadás formái

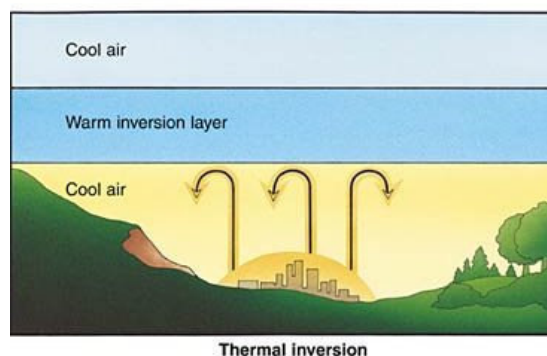
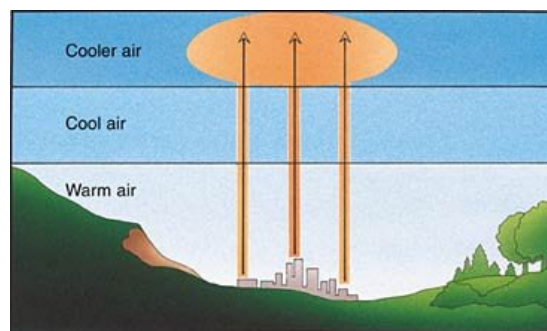
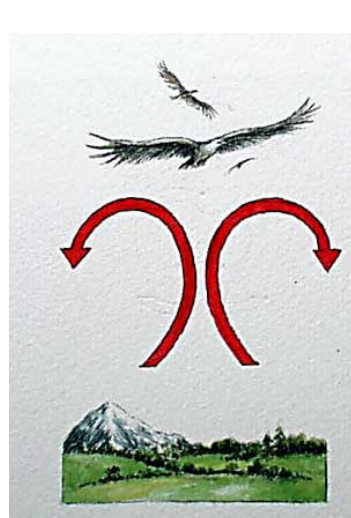
- Tapasztalat: – **tűz**, füst,
– meleg edény füle,
– **napozás**.

2.1. Hőáramlás (konvekció)

→ olyan folyamat, amelynek során a **hő** a **hordozóközeg áramlásával** kerül egyik helyről a másikra

Példák:

- vízmelegítés áramoltatással (cirkófűtés)
- **fűtőtestek** elhelyezése
- **hűtőbordák, hűtőtornyok, erőművek**
- termikus **áramlások** felfelé
- termikus inverzió a légkörben (szmog)
- mesterséges áramlás: PC hűtése, kémény
- autómotor hűtése



2.2. Hővezetés

→ olyan hőátadás, amelyben a **hő** az anyagban terjed *anyagáramlás nélkül*

Egy **A** keresztmetszetű, **L** hosszúságú rúdban a hőáram, ha a végeit T_1 és T_2 hőmérsékleten tartjuk:

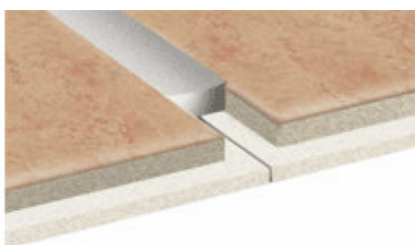
$$\Delta Q/\Delta t = k \cdot A \cdot (T_1 - T_2) / L$$

k: hővezetési együttható, egysége: **J/(K·m·s)**.

(Pl. téglá: 0,1-0,6; üveg, beton: 0,8; réz: 385; levegő: 0,024; kőzetgyapot: 0,04)

Példák:

- testi **zsír** hőszigetelő szerepe
- **habok** hőszigetelő képessége
- eljegesedett hűtő (fagyasztó)
- házak hőszigetelése
- a fémek „hűvös” tapintásúak



2.3. Hősugárzás

→ olyan folyamat, amelyben a **hő**
elektromágneses sugárzás útján terjed
→ minden test **folyamatosan sugároz**; a
sugárzás hullámhossza függ a
hőmérséklettől. Ember: $\lambda=10 \mu\text{m}$, $P=100 \text{ W}$.
Vákuumban is lehetséges, pl. Nap melege.

$$\Delta Q/\Delta t \sim T^4$$

Példák:

- **vörösizzás** (vaskályha, kohó, parázs)
- fehérizzás: izzószál lámpában
- **inkubátor**: hideg falak veszélyesek
- mentőfólia (hegymászás)
- **termosz fényes belseje**



- **Hőátadás**: a kisugárzás (emisszió) és az elnyelés (abszorpció) különbsége
- **Abszorpció**: felülettől függ (óceán, jég,...)
ezüstös, fehér: visszaver, fekete: elnyel.
→ Tökéletesen fekete test: mindent elnyel.
Jó megvalósítása: doboz egy kis lyukkal
- Test **hőmérsékleti egyensúlyban**: annyit sugároz ki, mint amennyit abszorbeál.

3. Az anyag termikus tulajdonságai

Nyomás (p), **térfogat (V)**, **hőmérséklet (T)**, **anyagmennyiség (n)**: ezek *makroszkópikus* fogalmak, de a *részecskék szintjén* is tárgyalhatók.

Intenzív mennyiségek: ezek nem függenek attól, hogy mekkora anyagmennyiségű mintán mérjük: **T, p, olvadáspont, forráspont, viszkozitás, sűrűség** stb.

Extenzív mennyiségek: függenek a rendszer anyagmennyiségétől (arányosak vele): **tömeg, hossz, térfogat, entrópia, energia...**

A közöttük levő összefüggés neve: **állapotegyenlet**.

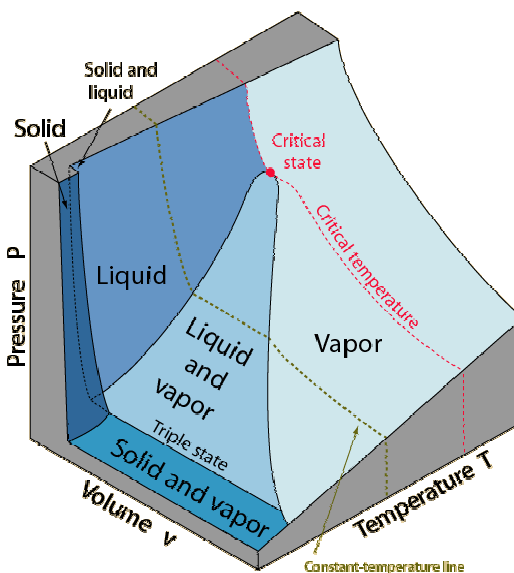
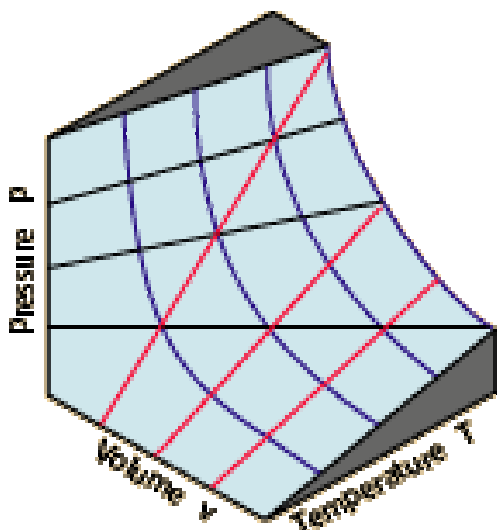
Ideális (nem kölcsönható) gáz esetén:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (R = 8,3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}): \text{gázállandó})$$

Adott mennyiségű gázra: **$p \cdot V/T = \text{állandó}$** .

A **nyomás** és **térfogat** közötti összefüggést **p-V** vagy **p-V-T** diagramon szemléltetjük:

ideális gázra:



Nyomás.

Mikroszkópicusan a **nyomás** a gáz részecskéinek ütközésével és az edény faláról való visszapattanásával kapcsolatos.

Az **impulzusváltozásból** levezethető, hogy N atomból álló egyatomos gázra:

$$p \cdot V = 2/3 \cdot N \cdot (1/2 \cdot m \cdot \langle v^2 \rangle)$$

tehát az **átlagos mozgási energia**:

$$1/2 \cdot m \cdot \langle v^2 \rangle = 3/2 \cdot k \cdot T, \text{ ahol}$$

k = R/N_A = 1,38 · 10⁻²³ J/K a **Boltzmann-állandó**.

Az **átlagos sebesség (RMS)**:

$$\sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{3kT / m}$$

Emiatt nincs pl. jelentős mennyiségű H₂ a légkörben (elszökne a gravitációs térből).

Mólhő: a fentiek miatt **c_v = 3/2 · R**.

Ekvipartíció tétele: minden szabadsági fokra **1/2 · k · T** átlagos kinetikus energia jut.

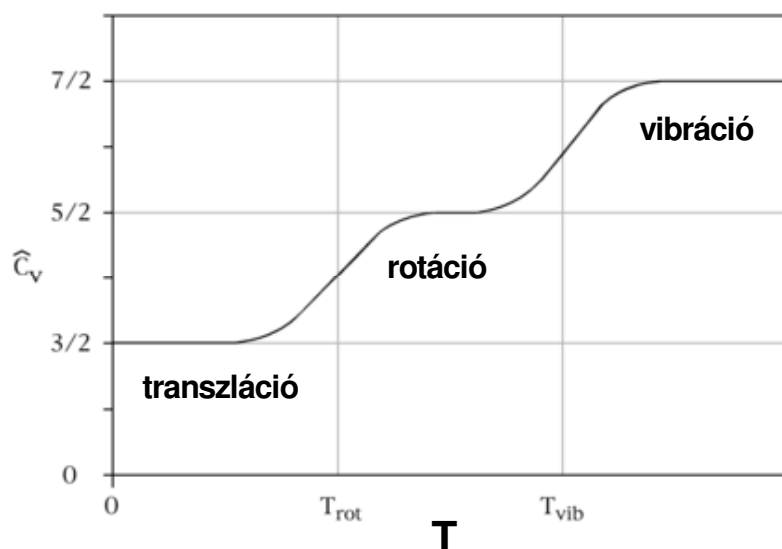
Szabadsági fokok száma:

- egyatomos gáz: 3,
- kétatomos: 5,
- sokatomos: 6.

Gázmolekulák **mozgásformái**:

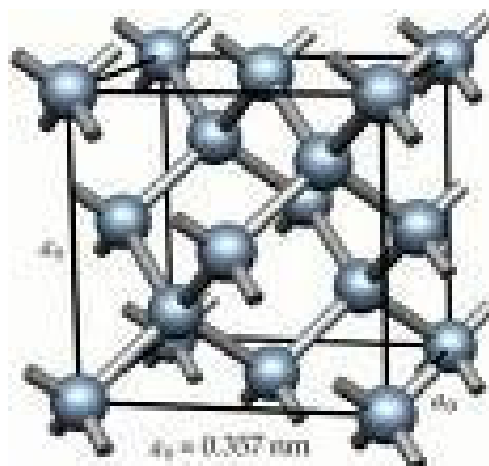
- **haladó** mozgás (transzláció)
- **forgó** mozgás (rotáció)
- **rezgés** (vibráció) – általában „kifagy”: csak nagy hőmérsékleten számít (kvantummechanikai oka van)

A gázok **mólhője** tehát a szabadsági fokok számával arányos.
Kéttomos gázra (pl. N_2) →



Szilárd anyagok esetén: kristályrácsbeli kölcsönhatás miatt **potenciális energia** is van: erre is igaz az ekvipartíció tétele. Ezért szilárd anyagokban a mólhő:

$$c \approx 2 \cdot 3/2R = 3 \cdot R \quad (\text{Dulong-Petit szabály}).$$



Fázisdiagram. Az anyag fázisait a hőmérséklet-nyomás diagramon szemléltetjük.

Hármaspont: mindhárom fázis egyszerre van jelen. Ez alatti nyomáson: nincs folyadék állapot, csak szilárd és gáz.

Kritikus pont: e fölötti nyomáson vagy hőmérsékleten **nincs** víz-gőz átmenet: folytonos sűrűségváltozás van.

Víznél látható az is, hogy az **olvadáspont csökken**, ha a **nyomás nő**.

