

Termodinamika (I)

Sistemak, tenperatura eta oreka termikoa

Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Sistema termodinamikoak

- Partikula askoz osaturiko sistemak dira:

$$\text{Avogadro-ren zenbakia: } N_A = 6.023 \times 10^{23}$$

- Euren artean eta ontziaren hormen aurka talka **elastikoak** egiten dute.
- Irudi grafikoa: Euli pilo bat gela batean, semaforo barik higitzen norabide orotan.
- Termodinamikan erabiltzen diren sistemek 'euli' kopuru izugarri handiak dauzkate (1 mm-eko aldeko kubo batean 2.7×10^{16} partikula inguru daude baldintza normaletan).
- Talketan momentu lineala eta energia transferitzen dira.
- Ikuspuntu makroskopikotik, beroa eta energia magnitude berdinak dira.
- Ikuspunti mikroskopikotik, **temperatura** molekulen batez besteko energia zinetikoarekin lotuta dago.



Oreka-egoerak

- Sistema bat orekan aurkitzen bada, haren propietateak ez dira aldatzen kanpoko baldintzak aldatzen ez diren bitartean.
- Bi magnitude mota hartu behar dira sistema termodinamikoak aztertzean:
 - **Mag. mikroskopikoak:** molekulei lotuak (m , \mathbf{v} , \mathbf{p} , E_z)
 - **Mag. makroskopikoak:** sistemari lotuak [p (presioa), T (tenperatura)]
- Sistemaren bolumen mikroskopikoan, partikulak banaka ikusten dira, eta euren higidurak banaka azter daitezke...
- ...baina bolumen makroskopikoan (esaterako, 1 mm-eko aldea duen kubo batean) ezin dira molekulen higidurak banaka aztertu.
- **Sistema bat bolumen konstante batean orekan badago, presioa, tenperatura eta konposaketa kimikoa konstanteak dira edonon.**



Sistema termodinamikoen arteko oreka motak

- Sistema baten oreka, magnitude **makroskopikoei** dagokio.
- Bi sistema termodinamiko ukipenean ipintzen baldin baditugu:
 - **Ukipen termikoan:** Orekan T tenperatura bietan berdina bada.
 - **Ukipen mekanikoan:** Orekan p presioa bietan berdina bada.
 - **Ukipen kimikoan:** Orekan konposaketa kimikoa bietan berdina bada.
- **Prozesu termodinamikoa:** Oreka-egoera batetik beste oreka-egoera baterako transizioa:
 - **Prozesu itzulgarriak,** tarteko egoerak oreka-mikroegoerak dira.
 - **Prozesu itzulezinak,** tarteko egoerak ez dira oreka-mikroegoerak.
- Sistema baten egoera termodinamikoa aztertzeke erabiltzen diren magnitudeak:
 - **Magnitude intentsiboak:** ez dute substantzia-kantitatearen mendekotasunik [p (presioa), T (tenperatura)].
 - **Magnitude estentsiboak:** substantzia-kantitatearen mendekoak dira [m (masa), V (bolumena), U (barne-energia)].

$$v \text{ (intentsiboa)} = \frac{V \text{ (estensiboa)}}{n \text{ (mol kopurua)}}$$



Tenperatura eta oreka termikoa

- Gizakiok sentikorrak gara bero- eta hotz-sentzazioei.
- Tenperatura-aldaketak nabaritzeko ahalmena dugu (tenperatura bera nabaritzeko baino): **Termorrezeptoreak**
- Mikroskopikoki, **tenperatura** gorputzaren molekulen batez besteko energia zinetikoaren neurria da:

$$\langle E_z \rangle = \langle \frac{1}{2}mv^2 \rangle = \frac{3}{2}k_B T \quad (k_B = \text{Boltzmann-en konstantea})$$

- Tenperatura desberdinean dauden bi sistema ukipenean jarrita, tenperatura handiena duenetik txikiena duenera energia bat igaroko da, tenperatura sistema bietan berdindu arte (**oreka termikoa**).
- **Termodinamikaren zero-printzipioa: Bi sistema, bakoitza bere aldetik hirugarren batekin oreka termikoan badago, lehenengo biak oreka termikoan daude.**
- **Tenperatura: oreka termikoan dauden bi sistemek daukaten propietate komuna.**



Tenperatura neurtzeko tresnak: termometroak

- Tenperatura ez da zuzenean neurtzen, berarekin hertsiki loturiko propietate bat baino [zutabe likido baten luzera-aldaketa $l = l(T)$, bolumen konstantedun ontzi baten barruko presioa $p = p(T)$, etab.].
- Sistema termometrikoa ukipenean ezartzen da tenperatura neurtzea nahi dugun sistemarekin, biak oreka termikoan egon arte.
- Sistema termometrikoaren tamaina oso txikia izan behar da sistemaren tamainarekin alderatuta, bertan sortutako aldaketak beztergarriak izan daitezen.
- Merkurio-termometroa: merkurio-zutabearen luzera **linealki** aldatzen da tenperaturarekin.
- Tenperatura-tarte desberdinetarako termometro desberdinak erabiltzen dira, kasu bakoitzerako egokienak direnak (gas-termometroak, erresistentzia elektrikozko termometroak, pirometroak, etab.).



Tenperatura-eskalak eta unitateak

- **Puntu finkoak:** Izotzaren urtze-puntua (0) eta uraren irakite-puntua (100), arbitrarioki.
- Zutabe termometrikoaren luzera-aldaketa 100 zatitan zatikatuz, zati bakoitza **tenperatura-gradu** bat da (**Celsius gradua, °C**).
- Tenperaturarik baxuena: **-273.15°C (zero absolutua)**.
- Eskalaren jatorria zero absolutuan, **eskala** eta **tenperatura absolutua (Kelvin gradua, K)** ditugu.
- Eskala absolutuan, izotzaren urtze-puntua +273.15 K da, eta **uraren puntu hirukoitzaren** tenperatura, +273.16 K.
- Kelvin gradua = Celsius gradua (tamainaz): $1 \text{ K} = T_{\text{p.hiruk.}}/273.16$.

- $T = t + 273.15$ erlazioa betetzen da $\begin{cases} T & \text{tenperatura absolutua} \\ t & \text{Celsius tenperatura} \end{cases}$



Sistema termodinamiko berezia: gas idealak

- Gas idealetan, molekulak elkarrengandik oso urrun aurkitzen dira.
- Ez dago molekulen arteko elkarrazio-indarrik, euren arteko edo hormen aurkako talketan izan ezik.
- Hormen arteko talketan, molekulen momentu linealak aldatu egiten dira eta, erreakzioz, hormek indar bat jasaten dute: azalera unitateko indarrari, **presioa** deritzo. **Barometro**ekin neurtzen da.
- Presioa da gasak aztertzeke erabiltzen den ezaugarri nagusietariko bat.
- Ontzien hormen gaineko indarra, haien perpendikularra da.

Presioaren dimensioa eta unitateak

- $p = F/S \rightarrow [p] = MLT^{-2} / L^2 = ML^{-1}T^{-2}$
- Unitateak:
$$\begin{cases} 1 \text{ Pa (pascal)} = 1 \text{ N/m}^2 \\ 1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} \\ 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} \end{cases}$$

Gas idealak: Egoera-ekuazioa eta prozesu motak

- Gas guztien propietate fisikoak berdinak dira gas idealaren baldintza betetzen baldin badute.
- Gas baten oreka-egoera deskribatzen duten magnitudeak ez dira guztiak elkarren independenteak, baizik eta **egoera-ekuazioa** betetzen dute:

$$pV = Nk_B T = (N/N_A)N_A k_B T = nRT$$

$$\rightarrow \begin{cases} N = \text{molekula kopurua} \\ n = \text{mol kopurua} \\ R = 8.31 \text{ J/K} \cdot \text{mol} \end{cases}$$

- Prozesu isobaroa** ($p = \text{kte}$): $V = (nR/p)T = C_1 T$ ($C_1 = \text{kte}$)
- Prozesu isokorooa** ($V = \text{kte}$): $p = (nR/V)T = C_2 T$ ($C_2 = \text{kte}$)
- Prozesu isotermaa** ($T = \text{kte}$): $pV = C_3$ ($C_3 = \text{kte}$)

