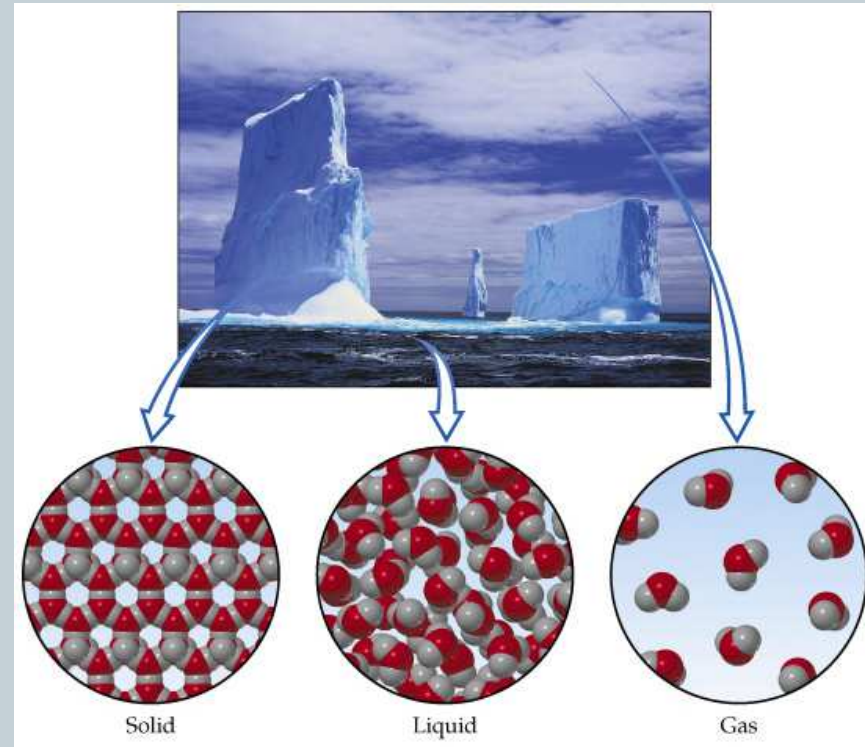


6. Gaia: MATERIAREN EGOERAK

- Sarrera
- Solido egoera
- Gas egoera
- Likido egoera



6.1. SARRERA

Baldintza arruntetan, materia atomoz eta molekulez osatuta dago. Osagai hauen arteko lotura indarren arabera materia hurrengo hiru ohiko egoeratan topatzen dugu:

Egoera solidoa: lotura-indarrak partikulak, atomo edo molekulak, kokapen finkoetan mantentzeko bezain sendoak izan behar dira. Bertan, partikulak kokapen finko horietan oszila daitezke baina elkarren arteko distantziak aldatu gabe. Hau dela eta, solidoen itxura eta bolumena konstanteak dira.

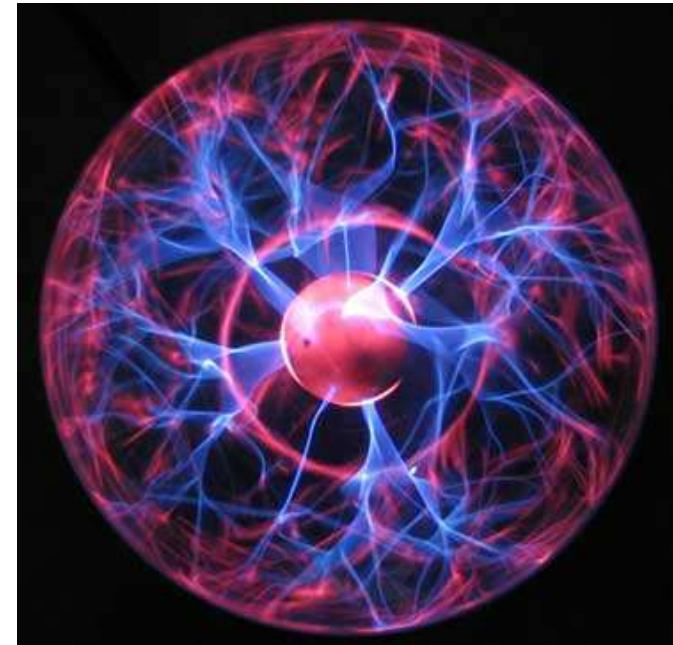
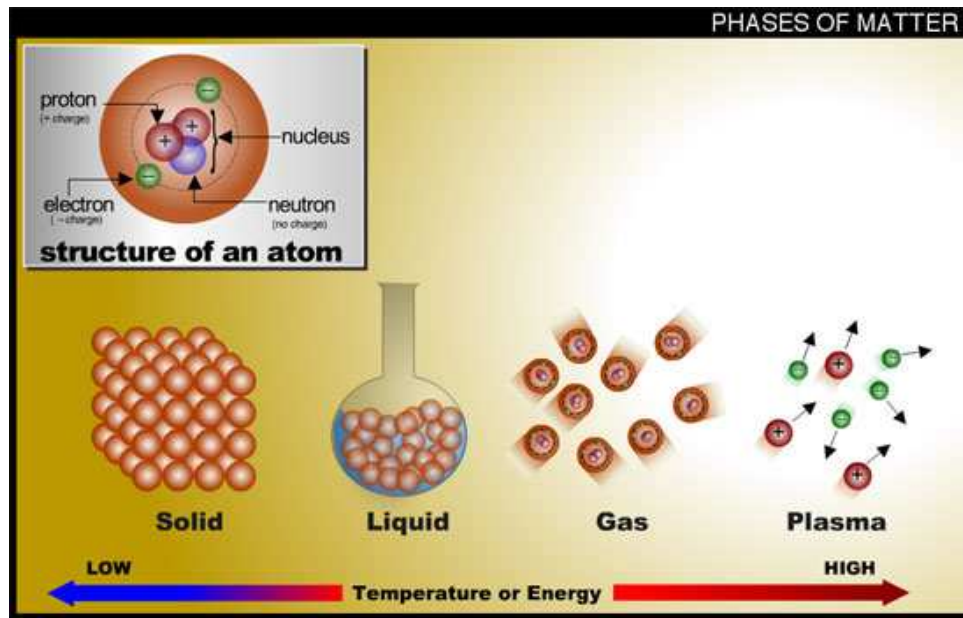
Egoera likidoa: lotura-indarrak ez dira hain sendoak izan behar, partikulak bata bestearekiko mugi daitezke eta. Dena dela, lotura-indarrak partikula guztiak loturik mantentzeko bezain sendoak izan behar dira, baita partikulen arteko batezbesteko distantzia konstante mantentzeko ere. Ondorioz, likidoek ez dute berezko itxurarik, baina bai bolumen konstantea.

Gas egoera: egoera honetan, lotura-indarrak oso ahulak dira eta ezin dute partikulak loturik mantendu. Gasen partikulak etengabe sakabanatu egiten dira ahal den espaziorik gehiena betez. Gasek, beraz, ez dute ez itxurarik ez bolumen finkorik.

Hortaz, solidoak zurrinak dira eta gasak eta likidoak, ordea, jariakorrak.

Hala ere, gertuen ditugun materiaren hiru egoera hauetaz gain, muturreko baldintzetan materialak beste egoera batzu har ditzake, hala nola plasma egoera:

Plasma egoera: 10^5 K-etako tenperaturan materia plasma egoeran aurkitzen da. Materia nukleo atomikoz eta elektroiei aske osatutako fluido baten moduan ikusten da (ez dago ez molekularik ez atomorik nukleo eta elektroiei baizik). Egoera hau oso ugaria da unibertsoan, izarretan ematen baita, supernovak, tximistak...



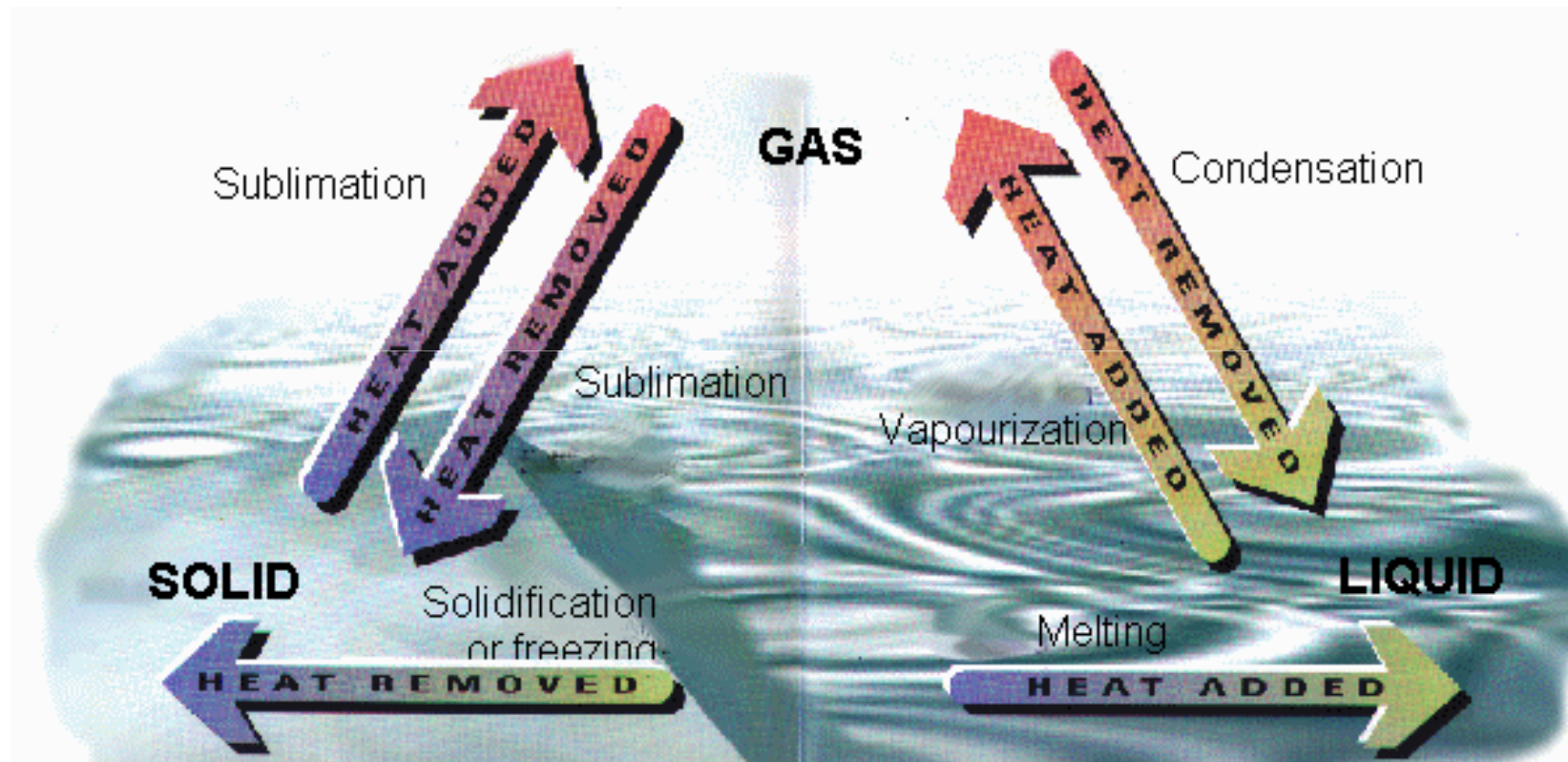
Solido, likido eta gasen propietate konparatuak

	Indarrak	Ordena	Distantziak	Propietateak
Gasak	Agitazio termikoarekin konparatuta molekulen arteko indarrak arbuiagarriak dira	Ordena jarraia molekulen etangabeko mugimenduaren ondorioz	Luzeak eta ezberdinak	<ul style="list-style-type: none"> - Bolumen aldakorra - Dentsitate txikia - Difusio arina - Jariakinak
Likidoak	Agitazio termikoarekin konparatuta, indarrak tarteak	Erdiordenatuak	Laburrak eta ezberdinak	<ul style="list-style-type: none"> - Bolumen jakina - Dentsitate altua - Difusioa - Jariakinak - Biskositatea - Gainazal tentsioa
Solidoak	Agitazio termikoarekin konparatuz indar sendoak	Ondo ordenatuak (solidoak kristalinoak badira)	Laburrak eta berdinak (solidoak kristalinoak badira)	<ul style="list-style-type: none"> - Bolumen jakina - Itxura finkoa - Dentsitate altua - Ez-jariakinak

Solido mota desberdinen arteko propietateen konparazioa

Solido mota	Ionikoa	Metalikoa	Kobalentea 3D	Molekularra
Egitura unitatea	ioia	atomoa	atomoa	molekula
Lotura	ionikoa	metalikoa	kobalentea	Van der Waals Hidrogeno-lotura
Gogortasuna	gogorra	deformagarriak	gogorra	biguna
Fusio-tenperatura	altua (600 / 3000 °C)	tarte zabala (-39 / 3400 °C)	altua (1200 / 4000 °C)	baxua (-272 / 400 °C)
Eroankortasuna	solido egoeran isolatzaile, baina disoluzioan edo egoera urtuan eroale	eroale	isolatzaile edo erdieroale	isolatzaile
Non ager daiteke?	metalez eta ez-metalez osatutako konposatuetan	metaletan	erdiguneko ez-metaletan	eskumaldeko ez-metalak
Adibideak	NaCl, MgO, CaCO ₃	Na, Fe, Hg	C (diamante), Si, SiO ₂	O ₂ , C ₆ H ₆ , H ₂ O

Egoeren arteko trantsizioak



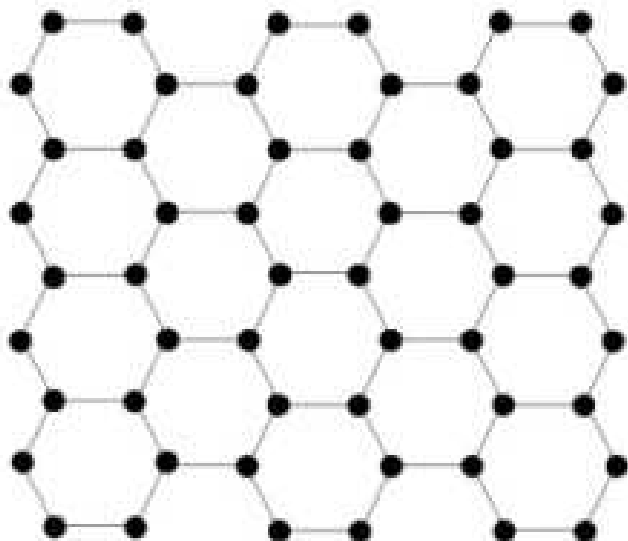
6.2. EGOERA SOLIDOA

SOLIDOEN PROPIETATE MAKROSKOPIKOAK

1. Zurrinak
2. Konprimaezinak.
3. Dentsitate altua.
4. Zoluan presioa egiten dute.
5. Tenperatura igo ahala, dilatatu egiten dira.
6. Eroale, erdieroale edo isolatzaile izan daitezke.
7. Gehienak opakoak dira. Batzuk gardenak dira.
8. Gehienek fusio-puntua finkoa daukate.

Solido kristalinoak: adibidez kuartzoa

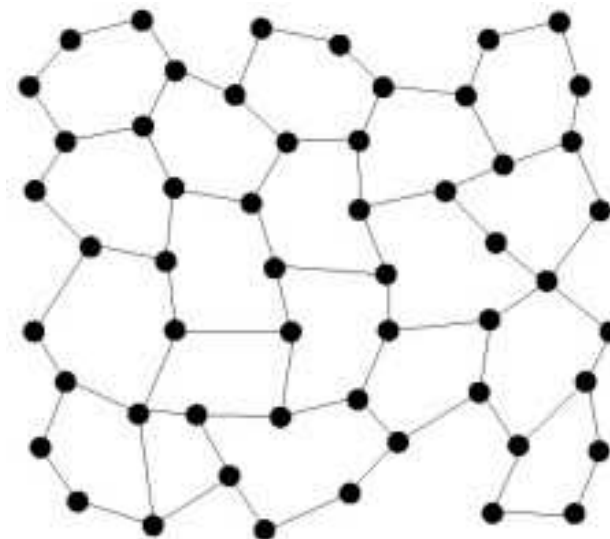
1. Partikulak ordenatuta barne egituran.
2. Fusio-puntua finkoa.
3. Opatuak.



K.Z.: 3

Solido amorfoak: adibidez beira

1. Partikulak desordenatuta.
2. Fusio-punturik finkorik ez.
3. Gardenak.

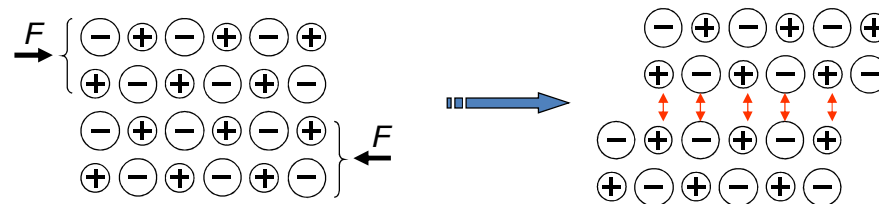


SOLIDOEN EREDU TEORIKOA

- Partikulaz osatuta, konprimaezinak dira eta bolumen finkoa daukate.
- Partikulak oso hurbil daude \rightarrow elkarrekintza indarrak sendoak dira.
- Partikulak sarean ordenaturik kokatzen dira.
- Partikulek ez dute energia traslazonalirik, baina bai energia bibrazionala. $E_v = KT$.

SOLIDO IONIKOAK

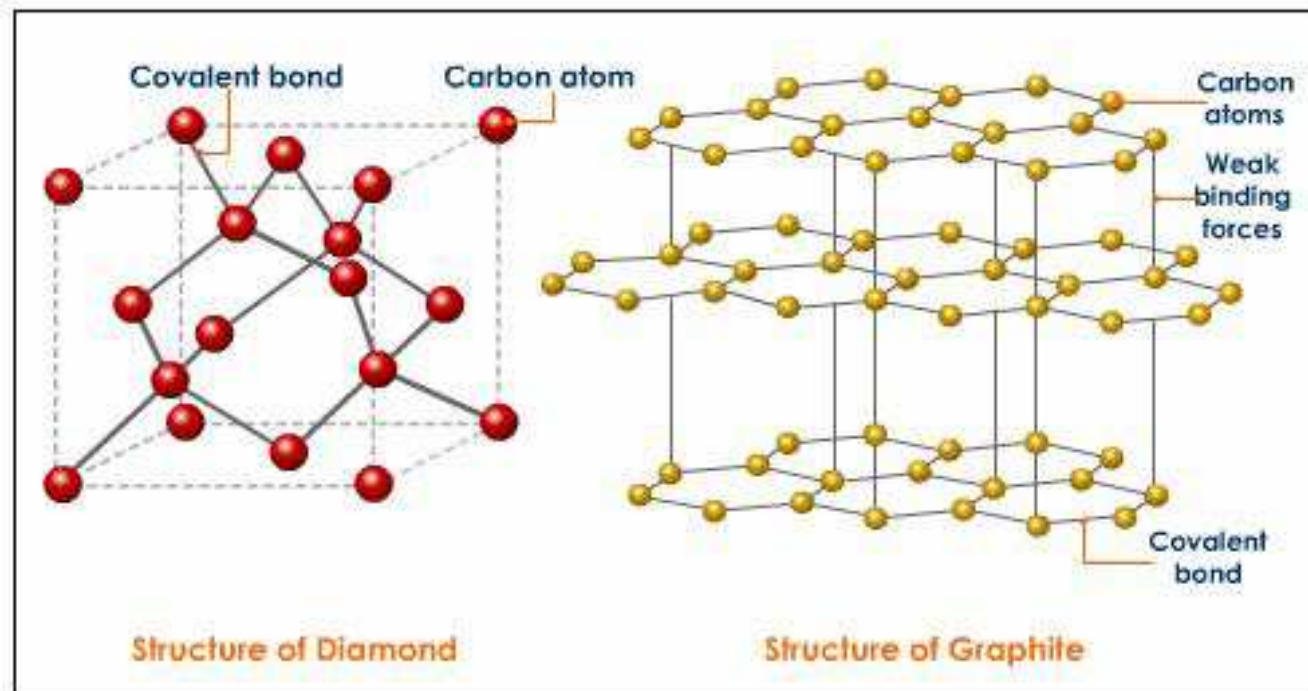
- Partikulak ioiak dira eta lotura-mota ionikoa da.
- Elektronegatibitate oso desberdina duten elementu edo taldez eratuta daude. Gatzak (NaCl , CaSO_4 , ...), oxido batzuk (MgO , ZnO , ...), hidroxidoak (NaOH , ...), etab.
- Gogorrak baina hauskorak dira



- Fusio-puntu altuak dituzte.
- Eroale txarrak dira. Baina urtu ondoren eroale bihurtzen dira.
- Disolbatzaile polarretan solugarri dira. Disolbatu eta gero eroale dira.

SOLIDO KOBALENTEAK

- Partikulak atomoak dira eta lotura-mota kobalentea da.
- Afinitate elektronikoa oso negatiboa ez duten elementuez eratuta daude. B, C, Si, Ge, As, Se, Te, Po, Sb, Bi eta P. Eta elementu desberdinez osotutakoak (kuartzo).
- Oso gogorrak dira.
- Fusio-puntu oso altuak dituzte.
- Isolatzaileak izaten dira. Salbuespenak izan ezik (Si).
- Ez dira solugarriak disolbatzaile arruntetan.



SOLIDO MOLEKULARRAK

- Partikulak atomo neutro edo molekulak dira eta lotura-mota molekularra da.
- Br_2 , I_2 (ingurune baldintzetan solido den bakarra), O_2 , N_2 , S_8 , H_2 , gas geldoak, ...; eta ioiak ez diren partikula gehienak (H_2O , H_2SO_4 , HCl , NH_3 , CH_4 , ...), silikatoak izan ezik.
- Deformagarriak eta bigunak dira.
- Fusio-puntu oso baxuak dituzte.
- Isolatzaile izaten dira.
- Polarrak direnak disolbatzaile polarretan disolbatzen dira eta apolarrak disolbatzaile apolarretan.

Molekulen arteko elkarrekintza indarrak molekularrak direnez, oso garrantzitsua da, molekula hauen polaritatea ondo aztertzea. Molekula polarra bada indarrak sendoagoak izango dira, eta apolarra bada dipoloak eratzeko joera aztertu behar da. Hau dela eta, molekularen tamainak eta formak zerikusia daukate.

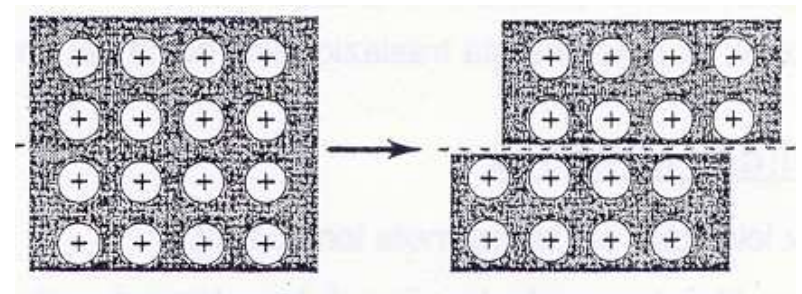
Hidrogeno zubiak beste indar molekularrak baino sendoagoak dira, beraz, fusio-puntuak altuagoak izango dira NH_3 , H_2O eta HF konposatuetan. Lotura hauen ondorioz izotzaren dentsitatea urarena baino baxuagoa da.

SOLIDO METALIKOAK

- Partikulak atomo metalikoak dira eta lotura-mota metalikoa da. Paketatze trinkoa da, eta ez dago norabide batzuetara zuzenduta.
- Lotura ionikoa edo kobalentea baino ahulagoa da, baina Van der Waals lotura baino sendoagoa. Elementu metalikoen ionizazio energia zenbat eta baxuagoa izan orduan eta errazago eratzen da lotura metalikoa. Elementuen ionizazio energia handituz doanean, lotura sendoago bihurtzen da eta kobalente-itxura hartuz doa.

METALEN EZAUGARRI BEREZIAK:

- Eroale elektriko eta termikoak dira.
- Disdira metalikoa eta isladatze ahalmena dute.
- Deformagarriak eta bigunak dira
- Fusio-puntu baxuak dituzte (Hg-a likidoa da)
- Ez dira solugarriak disolbatzaile arruntetan.
- Azido sendoekin erreakziona dezakete eta H_2 gasa askatzen da.



6.3. GAS EGOERA

Gasen propietate makroskopikoak

Gasen Legeak

Gasen Teoria Zinetiko Molekularra

Gas Errealak



6.2.1 GASEN PROPIETATE MAKROSKOPIKOAK

1. Propietateen isotropia – norabidearen arabera propietate aldaketarik ez.
2. Gardenak – koloredunak edo koloreak.
3. Konprimagarriak – partikulen artean hutsune ugari.
4. Mugagabeki hedagarriak. $B_{\text{gas}} = B_{\text{ontzia}}$
5. Barreiagarriak – tximiniko kea airean edo bi gas kontaktuan -> Nahaste homogeneoa
6. Eroale txarrak – termiko zein elektriko.
7. Dentsitate oso baxuak – espazio hutsak!!
8. Gasek presioa egiten dute ontziaren hormetan.
9. T^a -rekin asko dilatatu.

6.2.2 GASEN LEGEAK

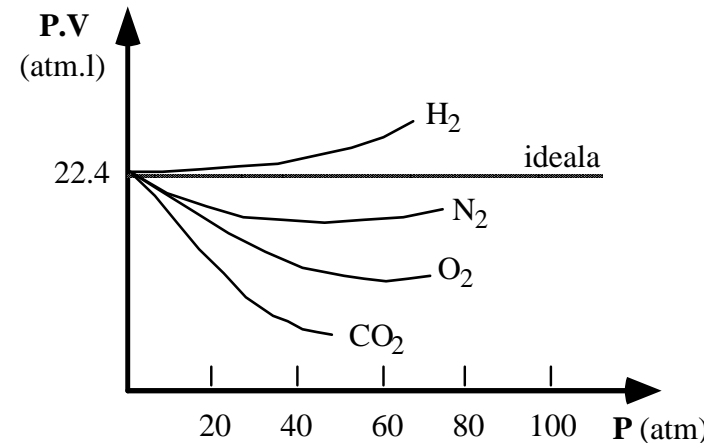
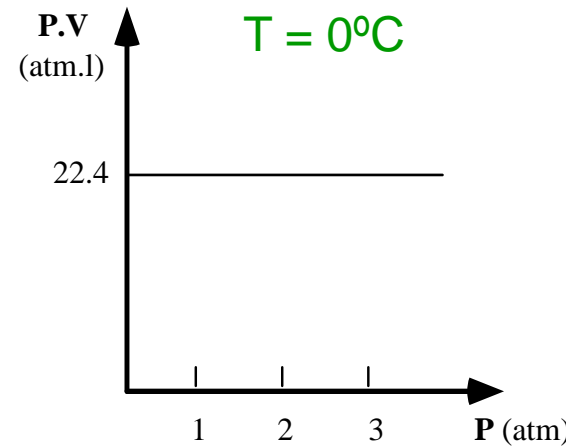
BOYLE-ren LEGEA

Mol kopurua eta T^a konstante dirauten artean, gasaren presioa eta bolumenaren arteko biderkadurak balio konstantea du (baldintzak estandarretatik hurbil daudenean).

$$P \cdot V = Kte$$

Baina muturreko balditzetan gasen portaera ideal hau ez da beteko. Hala, presio altuetan Boyleren legea ez da beteko.

Gas idealek Boyle-ren legea betetzen dute!



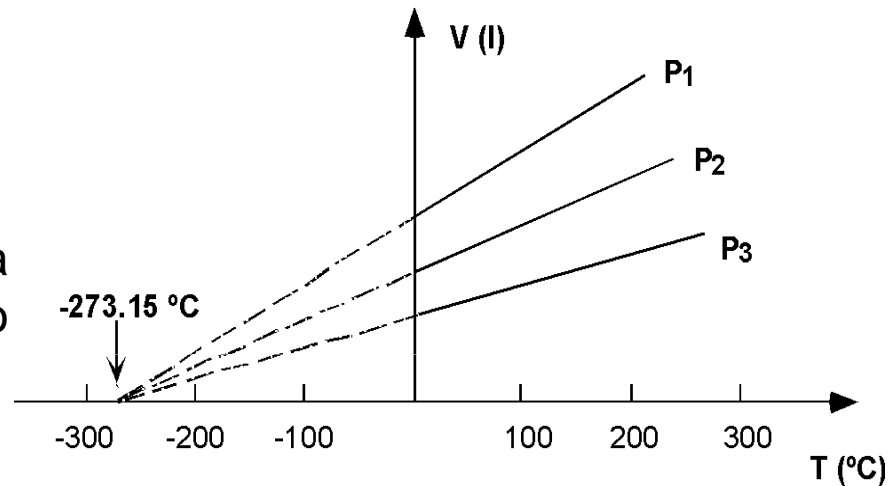
$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ Torr} = 101325 \text{ Pa (edo N/m}^2\text{)}$$

CHARLES-en LEGEA

Charles eta Gay-Lussac-ek T^a eta bolumena erlazionatzen duen lege hau definitu zuten, presio eta mol kopuru konstante baterako:

$$V = Kte \cdot T$$

Gas idealek lege hau bete eta hortaz, bolumena T^a -rekiko neurtuta:



Presio ezberdinetan eginiko neurketak extrapolatuz, $V = 0$ l eta $T = -273$ °C diren puntuan batzen direla beha daiteke. Tenperaturaren minimo absolutua dugu hori, zeinen bitartez *Kelvin eskala* edo *eskala absolutua* definitzen den:

$$T (K) = 273.15 + T(^{\circ}C)$$

GAS IDEALEN LEGEA

Boyle eta Charles legeak bateratuz erator daitekeen ekuazioa:

$$\left. \begin{array}{l} PV = Kte \\ V = Kte \cdot T \end{array} \right\} \boxed{PV = Kte \cdot T}$$

Non, $kte = n \cdot R$ den, n -k mol kopurua eta R gasen konstantea adierazten dutelarik. Hau guztia, kontuan harturik gas idealen ekuazioa:

$$\boxed{PV = nRT}$$

$$R = 0.082 \text{ atm L/mol K} = 8.314 \text{ J/mol K} = 1.987 \text{ cal/mol K}$$

$$1 \text{ atm L} = 101.325 \text{ J}$$

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

PRESIO PARTZIALEN LEGEA. DALTONEN LEGEA

Baldintza leunetan, gas nahasteak, sustantzia puruen gasak bezala, idealki joka dezakete. Beraz gas nahaste osoaren presioak (P_T), bolumenak (V) eta mol kopuruak (n_T) gas idealen ekuazioa beteko dute:

$$P_T V = n_T R T$$

Osagai bakar batentzat:

$$P_i V = n_i R T$$

Nahastearen presio totala osagai ezberdinek eginiko presioen batura lez deskriba daiteke:

$$P_T = \sum P_i$$

Hau jakinik, ondoko ekuazioa erator daiteke presio partziala presio totalaz zatituz gero:

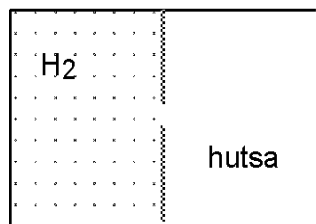
$$\frac{P_i}{P_T} = \frac{n_i(RT/V)}{n_T(RT/V)} = \frac{n_i}{n_T} = \frac{n_i}{\sum n_i} = x_i \longrightarrow P_i = x_i P_T$$

GASEN EFUSIOA ETA DIFUSIOA. GRAHAM-en LEGEA

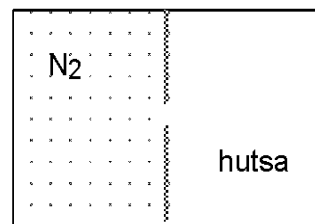
Demagun, bi ganbara ditugula bakoitzak hutsarekin konektatu dezakeen pasabide bat duelarik. Ganbarek baldintza berdinetan dauden bi gas ezberdin dituzte.

Behin pasabidea zabaldua ganbarak husten hasiko dira eta oro har, **pisu molekular edo dentsitate gutxieneko gasa duen ganbara azkarrago hustu**ko da.

Hala, bi gasen **efusio** (jario/isurtze) **abiaduren** arteko **erlazio** matematikoa ezarri daiteke:



$P = 1 \text{ atm}$
 $V = 1 \text{ l}$
 $T = 20^\circ \text{ C}$



$P = 1 \text{ atm}$
 $V = 1 \text{ l}$
 $T = 20^\circ \text{ C}$

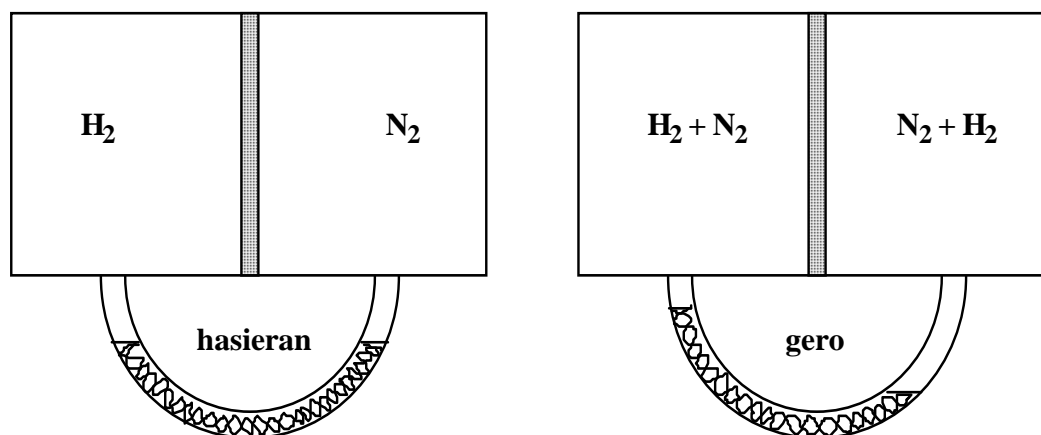
Efusio abiaduren erlazioa

$$\frac{v_{H_2}}{v_{N_2}} = \sqrt{\frac{\rho_{N_2}}{\rho_{H_2}}} = \sqrt{\frac{PM(N_2)}{PM(H_2)}}$$

Difusioari (barreiapena) dagokionez gas molekula txikiak azkarrago barreiatzen dira.

Irudia:

1. Hasieran bi gasek P bera dute.
2. Bien artean pareta porodun bat.
3. Presio aldaketak frogatzen duen moduan, gas molekula txikiek azkarrago zeharkatuko dute pareta (i.e. ezkerreko gordailuari H_2 -ak azkarrago ihes egingo dio pisua galduz).
4. Orekara ailegatu eta gero, P-ak berdinak ostera ere.



Barreiatze abiaduren arteko erlazioa efusioarenaren berdina:

$$\frac{v_{H_2}}{v_{N_2}} = \sqrt{\frac{\rho_{N_2}}{\rho_{H_2}}} = \sqrt{\frac{PM(N_2)}{PM(H_2)}}$$

6.2.3 GASEN TEORIA ZINETIKO MOLEKULARRA

Gasen propietateak eta egoera ekuazioak teoria honen bidez azal daitezke. Teoria honen oinarritzko printzipioak hondokoak dira:

1. Gasak hurrengo ezaugarriak dituzten **partikulez** (atomoak / molekulak) **osatuak** daude:

- Esferikoak, gogorrak eta ez-konprimagarriak.
- Masadunak.
- Partikulen bolumen-batura hartzen duten espazioarekin konparatuta izugarri txikia da (bolumen huts ugari).

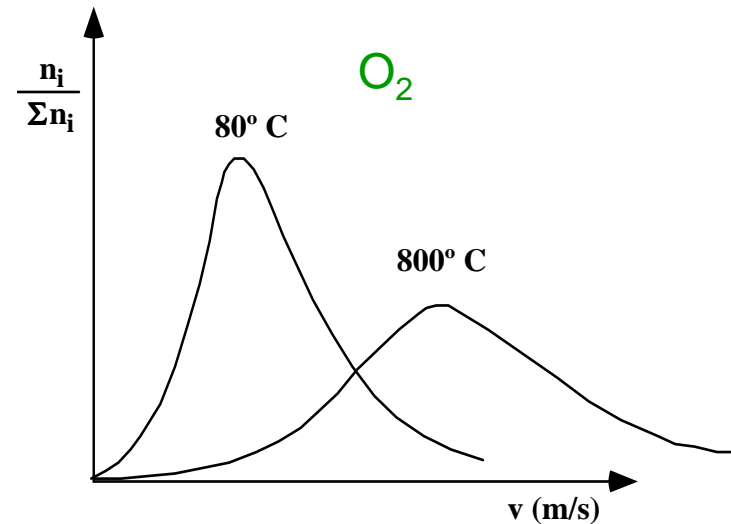
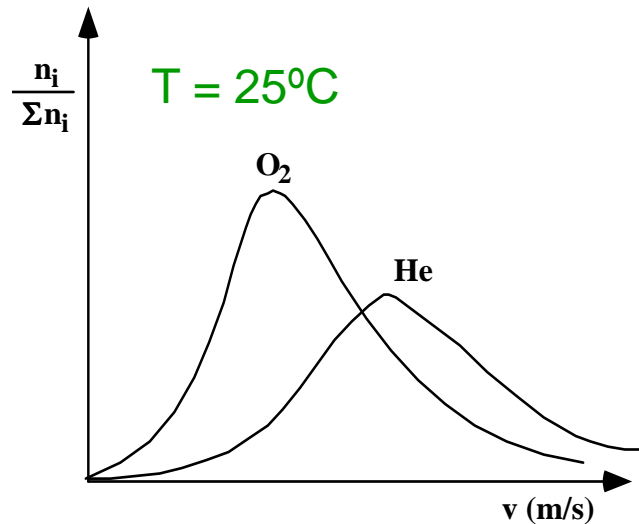
Beraz, konprimagarriak eta dentsitate baxukoak izatea arrazoizkoa da.

2. Gas partikulek etengabeko **mugimendu kaotikoa** jarraitzen dute, ibilbide zuzena jarraituz talken bitartez norabidez aldatu arte.

- Talkak elastikoak dira (energi galerarik ez, elkartrukea baizik)
- Hormen kontrako talkak presioaren eragile dira.

3. Partikulen arteko **elkarrekintzarik ez** (idealki).

4. Partikula guztiek ez dute abiadura bera, eta hortaz **abiaduren distribuzio** bat defini dezakegu: *Maxwell-Boltzman Distribuzioa*.



Maximoa = $f(\text{Gasen izaera}, T^a)$

- $T^a \uparrow \implies$ Batezbesteko abiadura \uparrow
- Partikula kopurua kte = azalera kte

Batezbesteko **E** zinetikoa:

$$\bar{E}_k = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 = kT$$

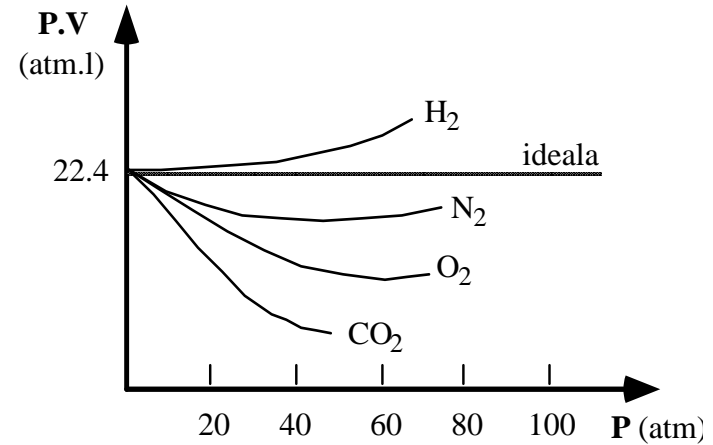
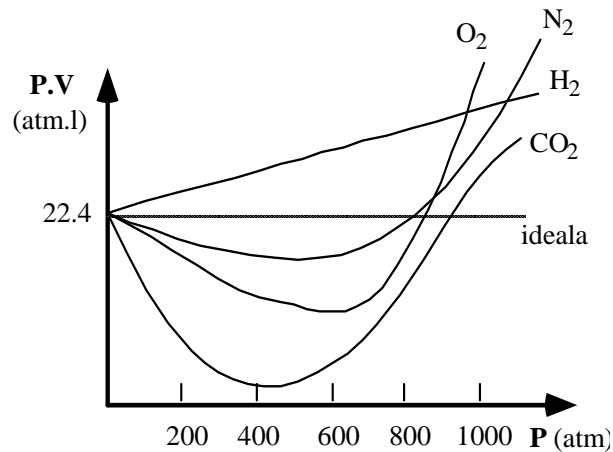
Boltzmanen kte

$$K = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/mol}$$

6.2.4 GAS ERREALAK

Egiazki, gas idealen jokaera guztiz betetzen duen gasik ez dago eta soilik, muturreko baldintzetatik kanpo jokaera ideal hurbildu bat erakuts dezakete.

- Boyle-ren lege idealarekiko positiboki edo negatiboki desbideratu daitezke
- PM $\uparrow \implies$ Desbideraketa \uparrow



Baina presio jakin bat gainditurik desbideraketa guztiak positibo.

Portaera idealarekiko desbideraketaren neurria konprimagarritasun faktoreak (Z) ematen digu. Gas idealetan $Z = 1$.

$$Z = \frac{(PV)_{\text{erreala}}}{nRT} = \frac{(PV)_{\text{erreala}}}{(PV)_{\text{ideala}}}$$

Desbideraketak T^a , P eta gasaren naturaren menpe daude.

VAN DER WAALS-en GAS ERREALEN EKUAZIOA

Gas idealetan ez bezala,

- Gas partikulen bolumena ez da arbuiagarria:

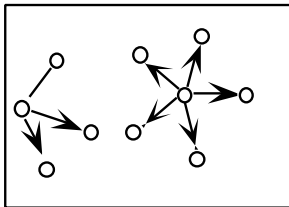
$$V_{\text{erreala}} = V_{\text{ideala}} + nb$$

nb : *gas partikulen bol.* $\left\{ \begin{array}{l} n = \text{mol kop.} \\ b = \text{partikula mol baten bol.} \end{array} \right.$



$$V_{\text{ideala}} = V_{\text{erreala}} - nb$$

- Gas partikulen artean erakartze indarrak daude, pareten kontrako eginiko presioa murriztuz.



$$P_{\text{ideala}} > P_{\text{erreala}}$$

$$P_{\text{erreala}} = P_{\text{ideala}} - \frac{n^2 a}{V^2} \quad \xrightarrow{\text{Erakartze indarren efektua}}$$



$$P_{\text{ideala}} = P_{\text{erreala}} - \frac{n^2 a}{V^2}$$

Hortaz, VDW-en gas errealen ekuazioa:

$$PV = nRT \Rightarrow$$

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - n b) = n R T$$

P eta V presio eta bolumen esperimentalak edo errealak.

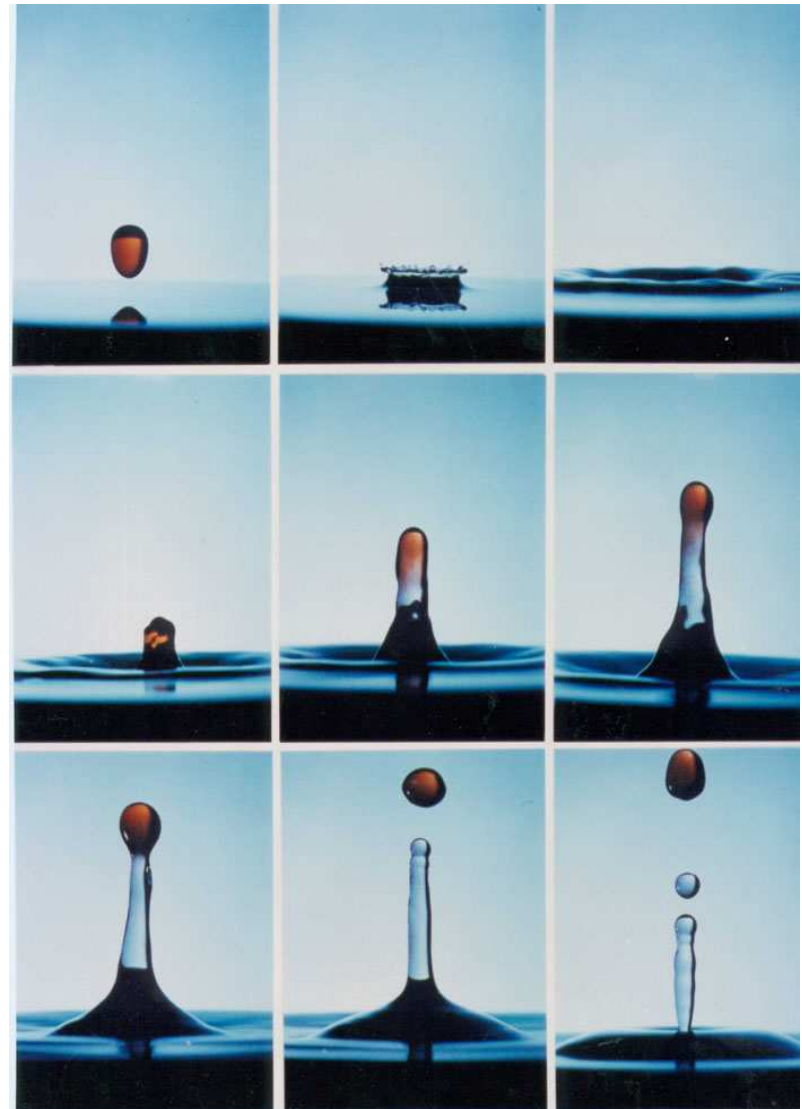
- P baxuetan idealki jokatu (a eta b-ren efektua arbuigarri)
- P ertainetan erakartze indarren efektua bolumenarena baino nabariagoa => desbideraketa negatiboa.
- P altuetan partikulen bolumenaren eragina nagusitzen da => positiboki desbideratuz.
- T^a altuek erakartze indarren efektua txikitu

6.4. LIKIDO EGOERA

LIKIDOEN PROPIETATE MAKROSKOPIKOAK

LIKIDOEN TEORIA ZINETIKO MOLEKULARRA

LIKIDOEN PROPIETATE BEREZIAK

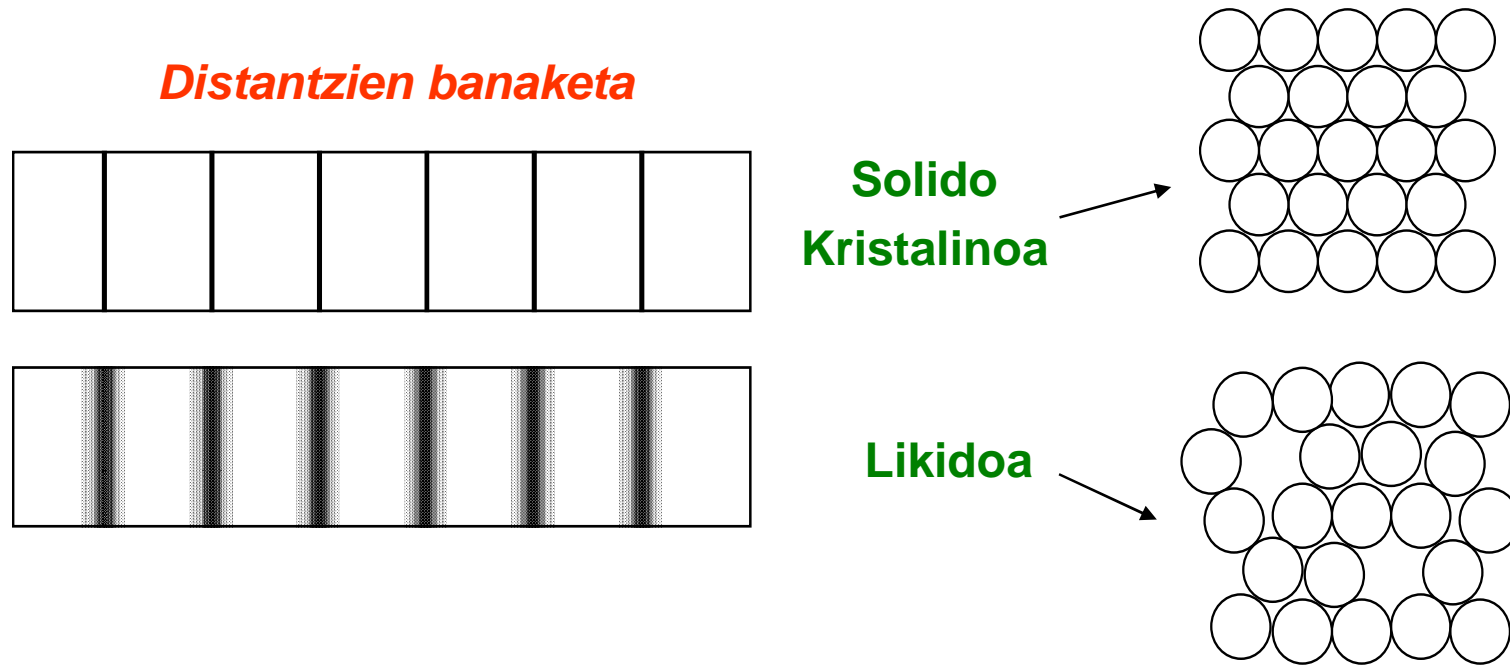


6.4.1 LIKIDOEN PROPIETATE MAKROSKOPIKOAK

1. Propietateen isotropia – norabidearen arabera propietate aldaketarik ez
2. Gardenak – Koloredunak edo kolorgeak
3. Konprimagaitzak – Gasetan ez bezala, solido eta likidoetan partikulak elkarrekiko hurbil. Hutsune gutxi.
4. Jariakorrak eta barreigarriak, baina ez hedagarriak ($V = kT$).
5. Eroale txarrak (salbuespenak)
6. Dentsitate altuak, ($r_{\text{likido}} < r_{\text{solido}}$, albuespenak: H_2O)
7. Temperatura handitu heinean gutxi dilatatu egiten dira.

6.4.2 LIKIDOEN TEORIA ZINETIKO MOLEKULARRA

1. Partikulaz osatuta: masadunak eta bolumen zehatzekoak.
2. Partikulen ordenamendurik eza, soilik *irismen laburreko ordena*.



3. Partikulak hurbil daude, hutsune gutxi ---- konprimagaitzak.

4. Gasetan ez bezala, elkarrekintza indarrak garrantzitsuak partikulen kohesiorako (H-lotura, VDW, ionikoa,...). $E_{\text{termikoa}} \sim E_{\text{elkarrekintza}}$

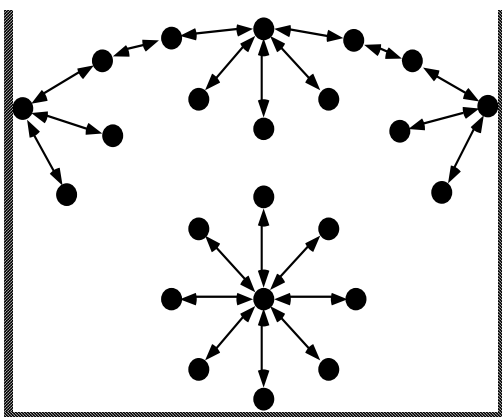
5. Partikulek **Mugimendu Browniarra** darraite - - - Robert Brown, 1827.
Mugimendu kaotikoa bibrazio eta talken ondorioz (E_{termikoa}).

6. Partikulen **abiaduren** *Maxwell-Boltzman Distribuzioa*.

6.4.3 LIKIDOEN PROPIETATE BEREZIAK

GAINAZAL TENTSIOA

Likidoaren gainazala hedatzeko behar den energia luzera unitateko

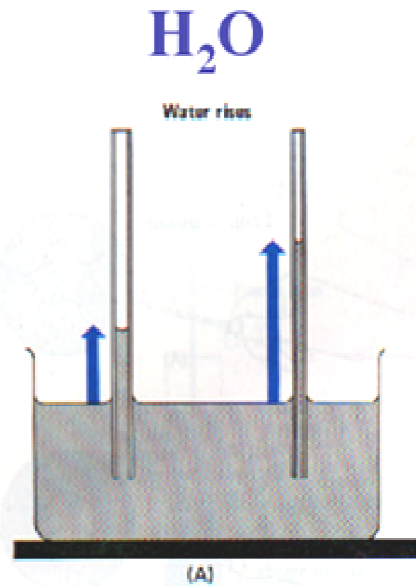


- Gainazaleko partikulak behetik eta alboetatik erakarriak.
- Barneko partikulak, alde guztietatik erakarriak.

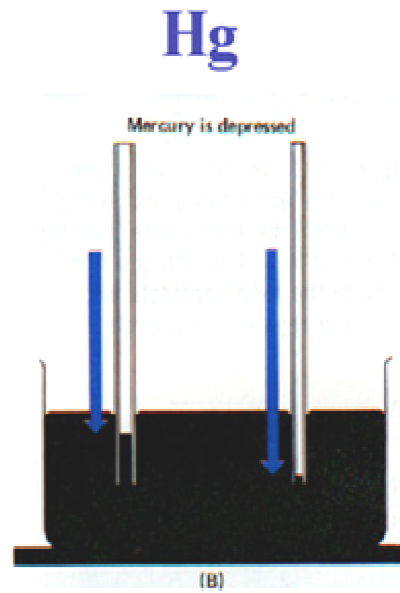
Elkarrekintzen bitartez, E minimizatzeko itxura esferikoa hartzen dute tantek. Azalera minimoa, elkarrekintza kopurua maximoa.

Partikulen arteko erakarpena \uparrow \implies Gainazal tentsioa \uparrow

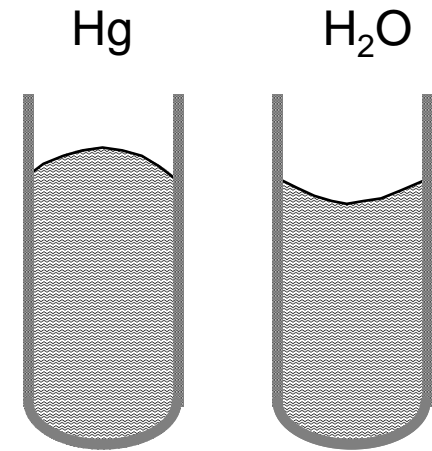
KAPILARITATEA



Kapilarrean gora



Kapilarrean behera



Menisko
ganbila

Menisko
ahurra

Arrazoibidea {

- Kohesio-indarrak (likido - likido)
- Adhesio-indarrak (likido - kapilar pareta)

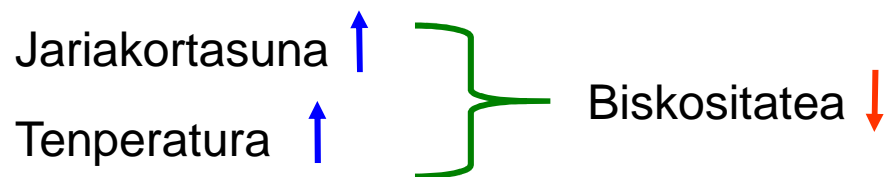
$Hg \longrightarrow$ Kohesio-indarrak $>$ Adhesio-indarrak

$H_2O \longrightarrow$ Kohesio-indarrak $<$ Adhesio-indarrak

BISKOSITATEA

Biskositatea, likidoa jaritzeko / isurtzeko erresistentziaren neurria da.

Oro har,



Molekulen izaerari begiratuta,

- Molekulen arteko loturen sendotasuna ↑ \implies biskositatea ↑
- Molekulen tamaina ↑ \implies mugikortasuna ↓ \implies biskositatea ↑
- Molekulen itxura esferikoago \implies mugikortasuna ↑ \implies biskositatea ↓