

MESCLES

És la matèria a partir de la qual es poden obtenir diferents substàncies , aplicant mètodes físics de separació.

Cada component de la mescla manté les seves propietats.

Mescla heterogènia → **Es distingeixen a ull nu els seus components.**

Mescla homogènia → **No s'hi distingeixen els components.**

Dispersió grollera : $d > 200 \text{ nm}$

Dispersió col.loidal (col.loide) : $1 \text{ nm} < d < 200 \text{ nm}$

Dispersió vertadera (solució) : $d < 1 \text{ nm}$

$d =$ diàmetre de les partícules (suposadament esfèriques)

SOLUCIONS

És una mescla homogènia de dos o més components.

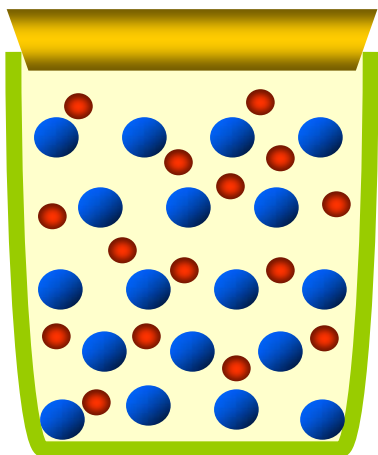
SOLVENT: el component majoritari.

SOLUT : el component dispers (minoritari)

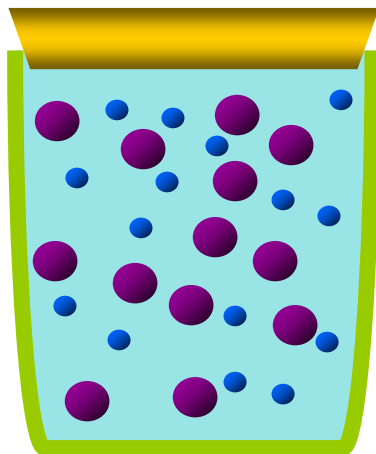
Mescles homogènies y heterogènies

MESCLA HOMOGÈNIA

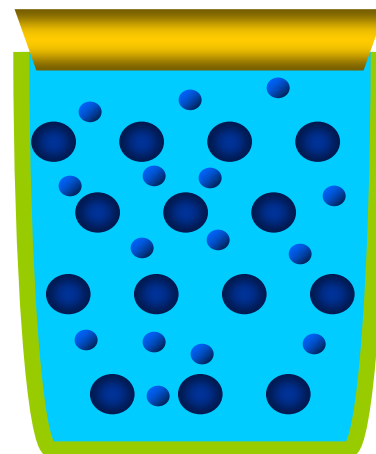
MESCLAS HETEROGÈNIES



Dissolució vertadera



Dispersió col.loïdal



Suspensió

Diàmetre de les partícules disperses

10^{-7} cm

$2 \cdot 10^{-5}$ cm



Mescla heterogènia i homogènia

- Mescla

Consta de dues o més substàncies físicament unides

- Mescla heterogènia

Es distingeixen a ull un els components .

Tenen una composició no uniforme

La proporció del seus diferents components, pot variar de forma arbitrària

Exemples: el granit, la sang, ...

- Mescla homogènia

Es aquella que no s'hi distingeixen els seus components.

Tenen una composició uniforme, fins i tot si s'observa al microscopi

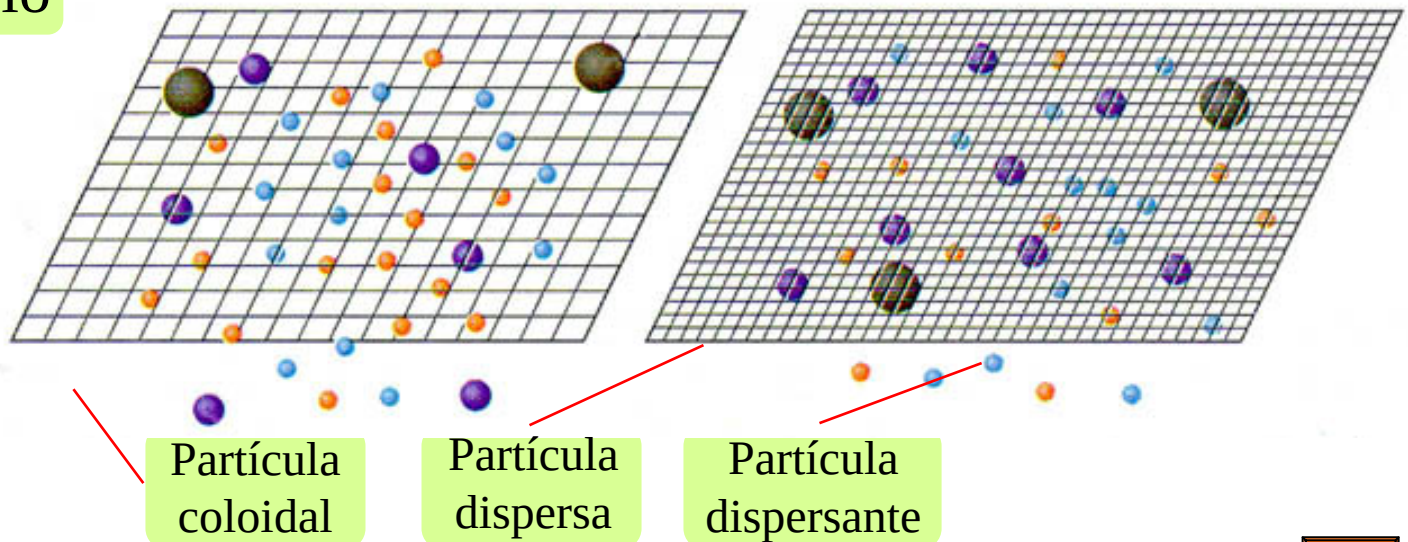
La **cromatografia** és una tècnica molt útil per separar los components d'una mescla homogènia.

Dispersion col·loïdal

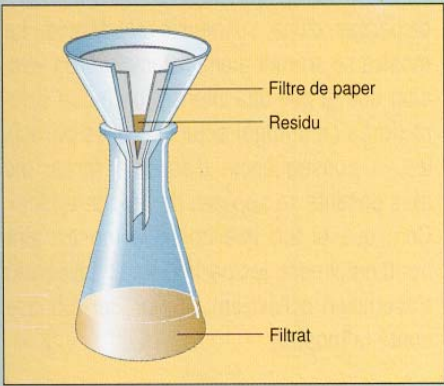
- El diàmetre de les seves partícules disperses està comprés entre 10^{-7} cm y $2 \cdot 10^{-5}$ cm
- **Un sol** : és un col·loide d'aparença sòlida, constituït per partícules de material sòlid suspeses en un líquid (ex. el fang)
- Un gel** : és un col·loide en què les partícules són constituïdes per macromolècules unides entre si, que formen una estructura d'aparença sòlida i elàstica (gelatines)
- Una emulsió** : és un col·loide constituït per petites gotes d'un líquid en un altre líquid (maionesa)
- Un aerosol** : és un col·loide el medi dispersant del qual és aire, o qualsevol gas (la boira , els esprais,...)

Filtro ordinario

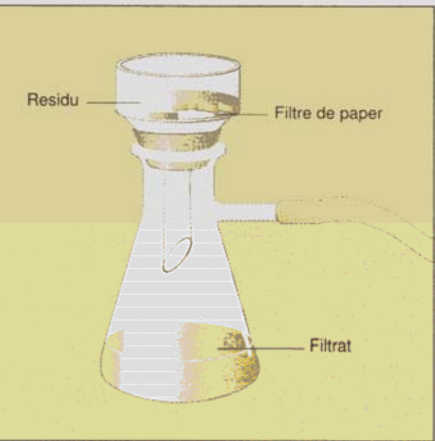
Ultrafiltro



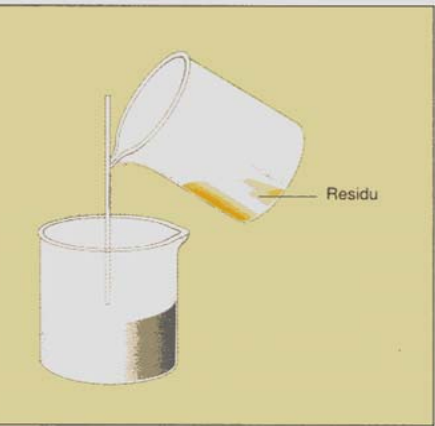
Mètodes mecànics de separació de mescles



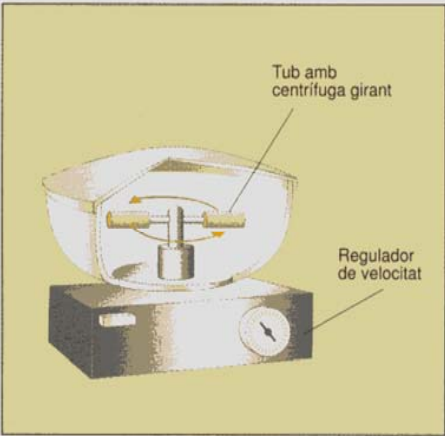
Filtració
S'empra per separar les partícules d'una suspensió. Com a material filtrant es pot utilitzar paper, placa filtrant o bé llana de vidre.



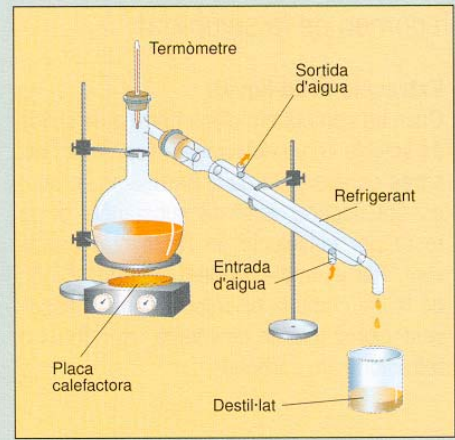
Filtració al buit
Consisteix a dur a terme una filtració en la qual el líquid filtrat es recull en un recipient connectat a una trompa de buit. Per recollir el filtrat s'utilitza un erlenmeyer de tubuladura lateral (matràs de Kitasato) i un embut de Buchner, que s'ajusta a la boca de l'erlenmeyer mitjançant un tap de goma o una volandera. Aquest procediment s'aplica quan es vol augmentar la velocitat de filtració.



Decantació
Aquesta tècnica permet separar un líquid d'un sòlid que ha sedimentat al fons del recipient que els conté. El mètode consisteix a deixar lliscar el líquid inclinant el recipient. Quan les dues substàncies que es volen separar són dos líquids immiscibles, com per exemple l'aigua i el cloroform, la decantació es fa amb un embut, anomenat embut de decantació.



Centrifugació
És molt adient per separar les partícules disperses d'una suspensió sòlid-líquid. La mostra se sotmet a una rotació a gran velocitat que fa que una intensa força cap enfora (força centrífuga) actuï sobre les partícules. A conseqüència d'aquesta força, les més pesants se separen de l'eix de rotació. Com que el tub que conté la mostra gira horitzontalment, les partícules en suspensió s'acumulen a l'extrem inferior del tub que conté la mostra.



Destil·lació simple
Consisteix a evaporar un líquid, escalfant-lo, i condensar posteriorment el vapor obtingut. S'empra per separar el dissolvent d'una dissolució quan la resta dels components no són volàtils. Si el líquid que es vol separar té un punt d'ebullició molt alt, l'aparell de destil·lació es connecta a una bomba de buit, a fi de disminuir la temperatura d'ebullició.

Mètodes de separació que comporten un canvi d'estat



Sublimació
Una substància sublima quan, en escalfar-la, passa directament de sòlid a gas, sense fondre's. Aquesta propietat, només la presenten algunes substàncies (com per exemple el iode, l'àcid benzoic i la cafeïna) i s'utilitza quan es volen separar d'una mescla de sòlids, si la resta de components no s'evaporen en escalfar-los.

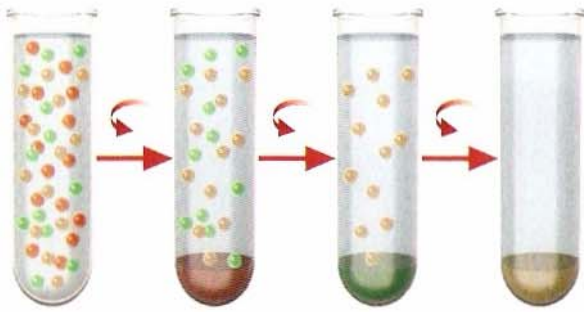
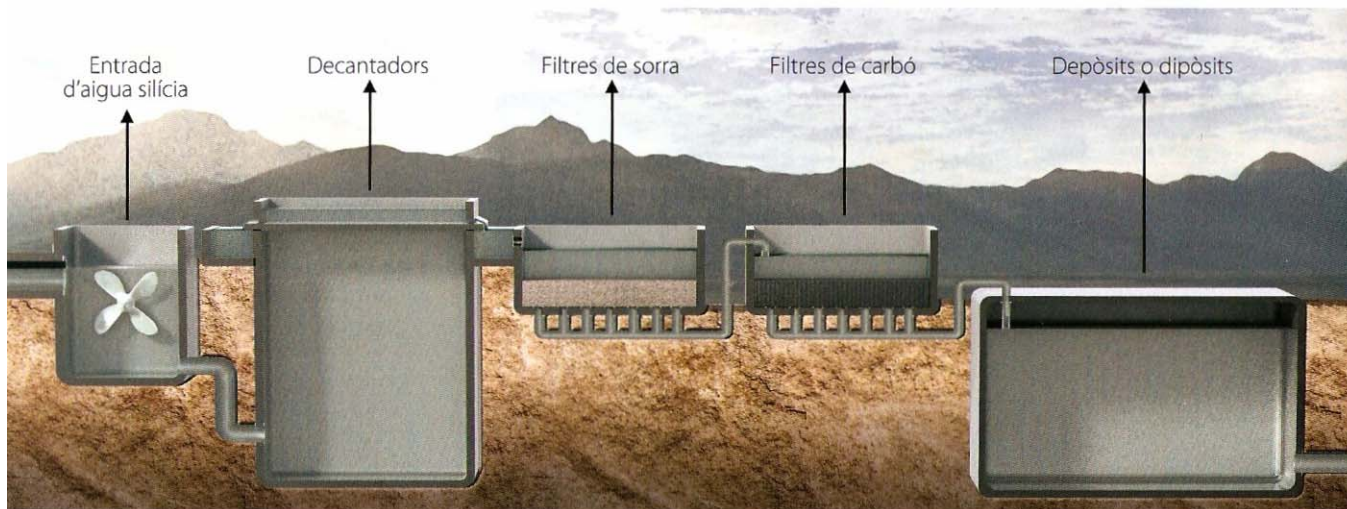
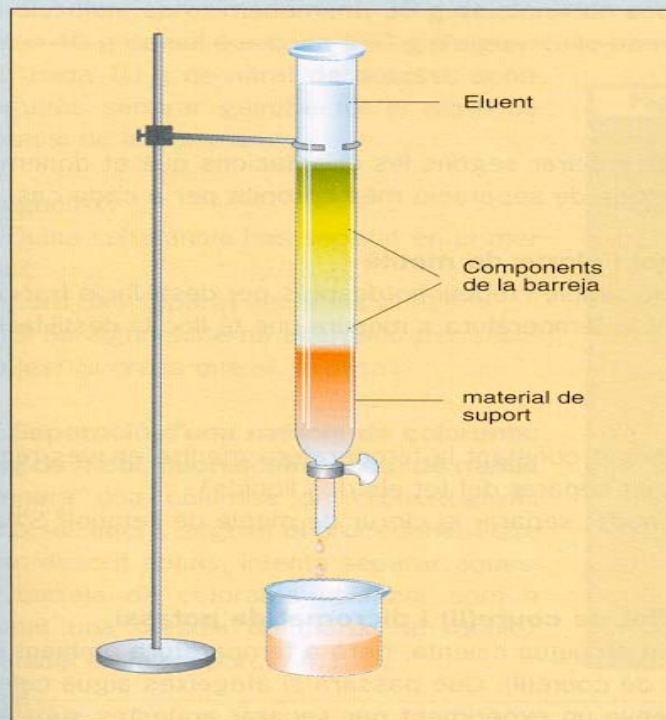


Figura 1.7. Esquema de centrifugació.
En girar a la centrifugadora, la pols en suspensió se'n va cap al fons del tub. La vermella és més densa que la verda, i aquesta ho és més que la groga.

- **Centrifugació.** Es fa servir per separar sòlids en suspensió o flòculs. Quan el sòlid és molt poc dens, triga molt en anar-se'n al fons. A fi d'accelerar el procés, es pot **centrifugar**; és a dir, col·locar la mescla en una centrifugadora: un aparell de laboratori que fa girar la mescla a gran velocitat. En girar, els components es dipositen al fons per ordre decreixent d'intensitat [figura 1.7].
- **Decantació.** S'utilitza per separar els líquids immiscibles que tenen densitats diferents, com ara l'aigua i l'oli, o l'aigua i la gasolina. Per això, al laboratori es fa servir un embut especial, anomenat **embut de decantació**. Les plantes depuradores utilitzen aquest procediment [figura 1.8].



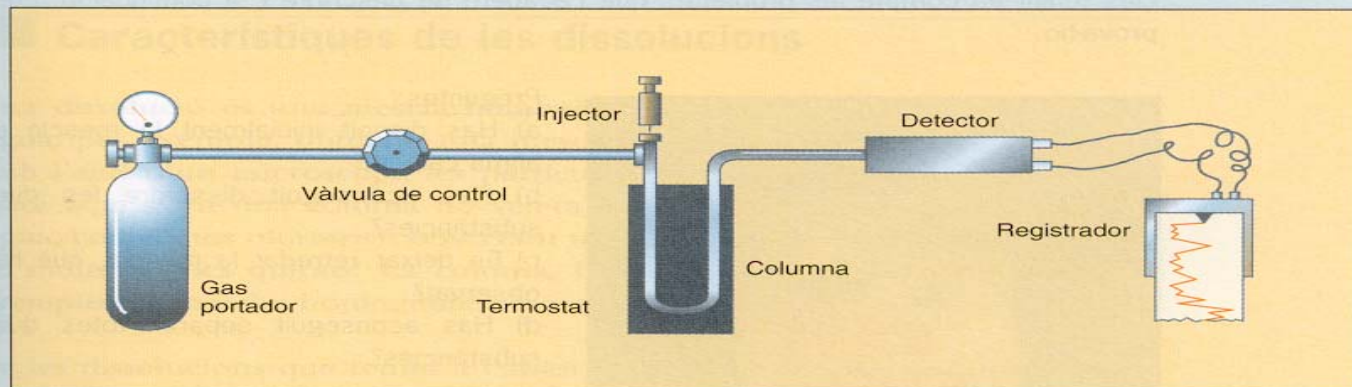
A les plantes depuradores d'aigua, aquesta es deixa reposar a les bases anomenades decantadors. L'aigua de la superfície, lliure de partícules, es filtra amb sorra i carboni, i passa als dipòsits per a la seva potabilització posterior.



Cromatografia en columna

Tal com ja hem explicat abans, aquesta tècnica de separació es basa a aprofitar la diferent capacitat dels components d'una mescla per adsorbir-se sobre una superfície sòlida (silicagel o alúmina), i a ser arrossegats per un líquid que va fluint a través del sòlid. La columna és un tub de vidre, de diàmetre i longituds variables, que conté una clau a l'extrem inferior.

La mostra que es vol separar, prèviament dissolta, es diposita a la part superior d'una columna farcida de material de suport. A continuació s'hi va addicionant per la part superior de la columna un dissolvent orgànic o una mescla d'aquests. En obrir la clau de l'extrem inferior, l'eluent descendeix i arrossega els components de la barreja a diverses velocitats, de manera que els va separant. Els components es van recollint, separadament, a mesura que arriben a l'extrem.



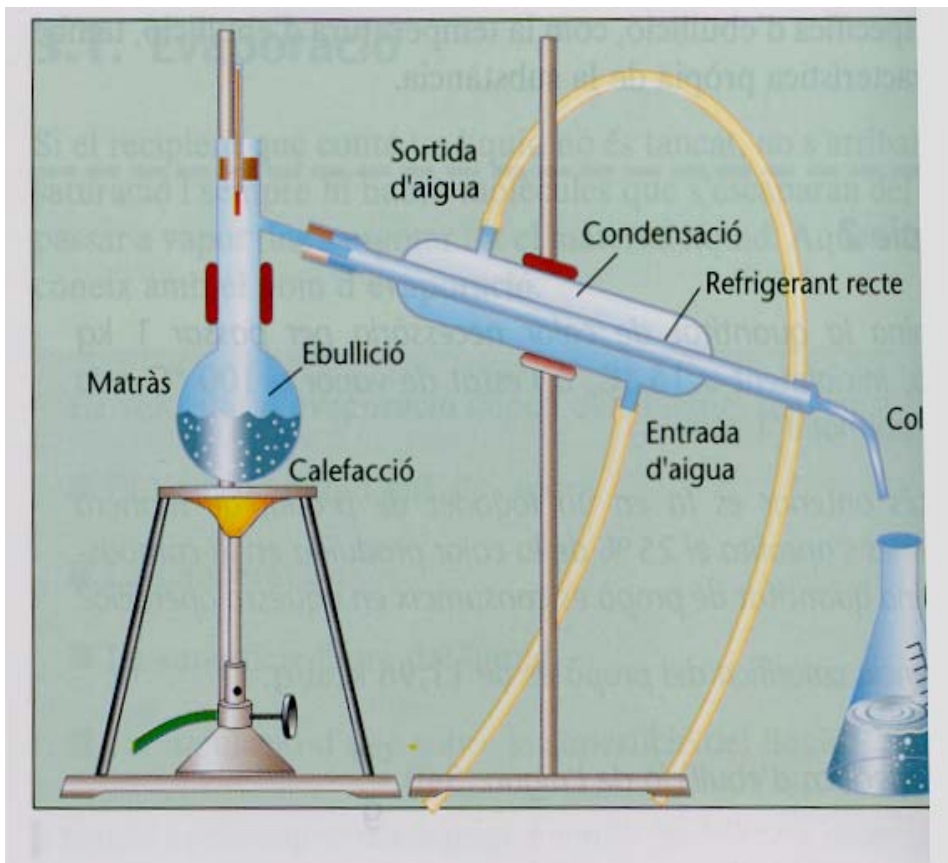
Cromatografia de gasos

Aquest mètode s'utilitza per separar mescles de gasos o líquids. L'aparell conté una columna llarga i de diàmetre petit farcida de material de suport. La barreja que es vol separar s'injecta a l'extrem de la colum-

na i, tot seguit, s'hi fa fluir un gas inert que va arrossegant les substàncies de la mescla. L'aparell conté un detector a la sortida de la columna que permet saber quants components tenia la barreja i en quina proporció.

Destil.lació

Consisteix a escalfar un líquid en un recipient tancat fins a l'ebullició . Els vapors es fan circular per un tub refrigerant on es refreden i , per tant , les unitats elementals perden part de la seva energia cinètica , amb la qual cosa es produeix una condensació.



Destil.lació fraccionada:

Quan es té una mescla de substàncies líquides , en escalfar augmenta la temperatura i el líquid de menor temperatura d'ebullició passa amb més facilitat a l'estat de vapor.

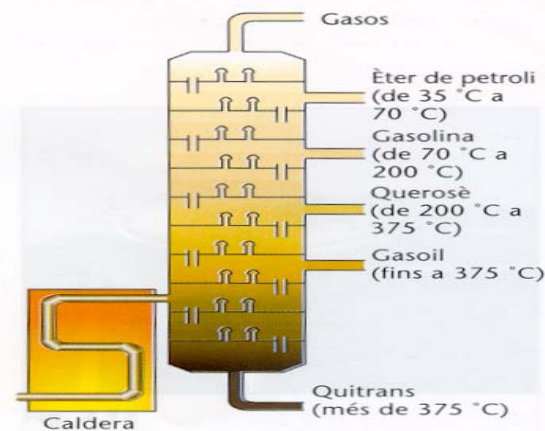


Fig. 2.15

La indústria del petroli aconsegueix separar diferents fraccions resultants de la destil·lació del petroli, segons la seva volatilitat.

Tècniques per separar mescles homogènies

- **Destil·lació.** S'emptra per separar dos líquids amb el punt d'ebullició diferent o bé un líquid d'un sòlid que hi estigui dissolt.

La mescla es posa dins un recipient i s'escalfa. Quan s'assoleix la temperatura d'ebullició del primer líquid, els seus vapor escapen de la mescla i es fan passar per un refrigerant. Llavors es refreden i surten en estat líquid, però ja com a substància pura.

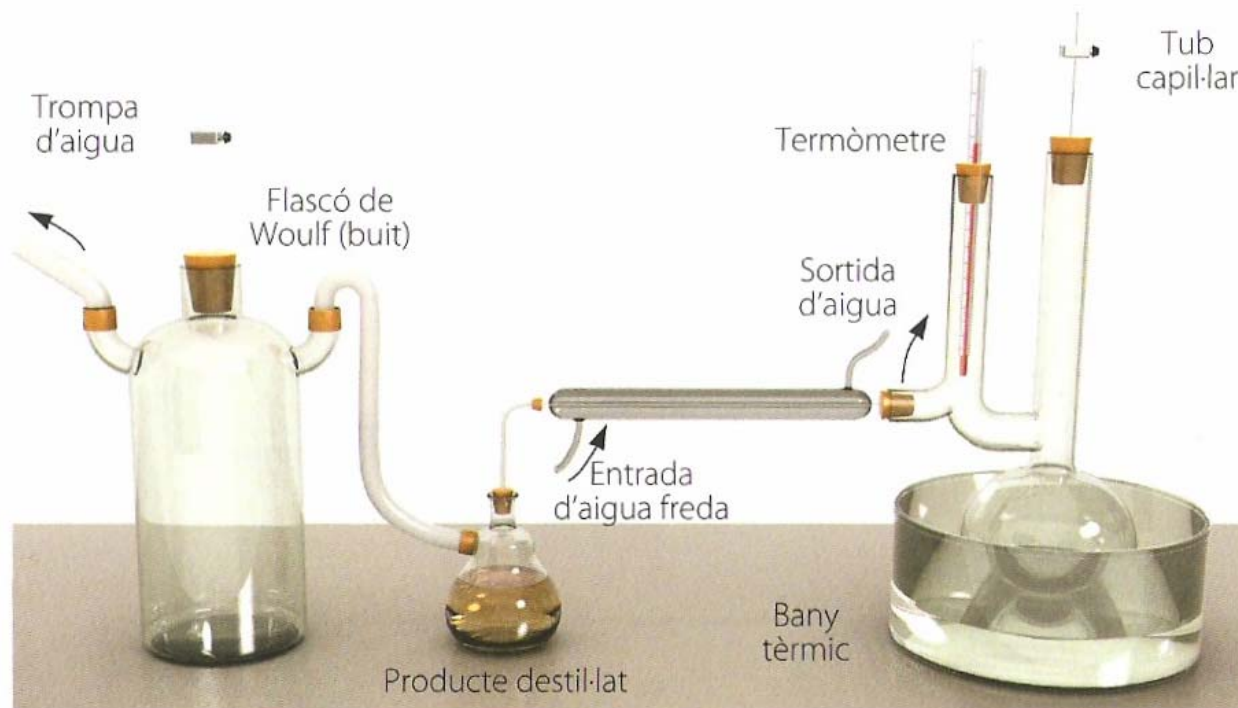


Figura 1.9. Esquema de **destil·lació al buit**. Aquesta destil·lació permet separar els components d'una mescla a temperatura per sota de la d'ebullició de dissolvent. S'utilitza molt a la indústria alimentària, doncs les temperatures altes poden fer malbé les característiques del productes. En disminuir la pressió a l'interior del sistema, mitjançant la sonda de buit, baixa la temperatura d'ebullició de la mescla.

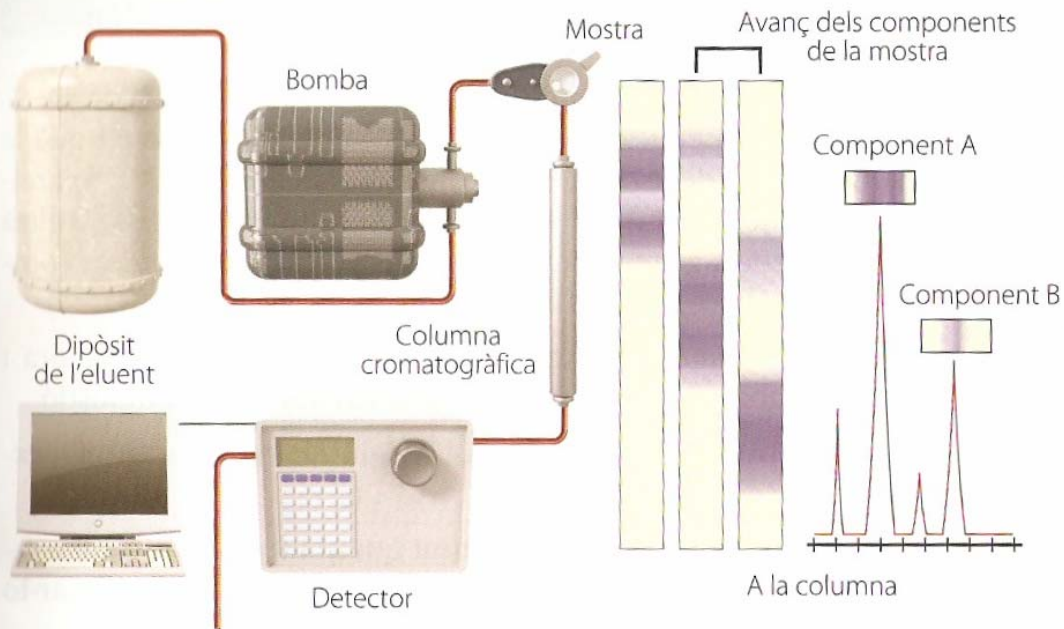
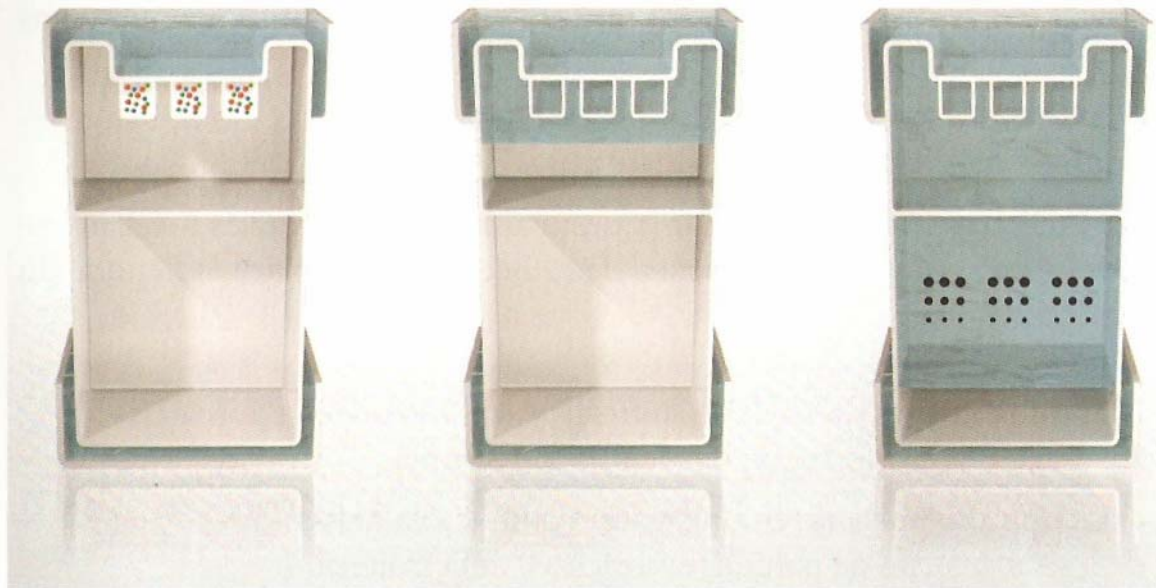


Figura 1.11. Cromatografia de columna. La mostra s'injecta en una columna que conté un suport (per exemple, silicagel). Per la columna es fa passar un dissolvent o **eluent** que arrossega els components diferents de la mostra. Els que són més afins a l'eluent avancen ràpid per la columna (component A), i els que no ho són tant queden retinguts (component B).



Electroforesi: s'utilitza per separar mescleres de substàncies les molècules de les quals tenen càrrega elèctrica, com ara les proteïnes o els àcids nucleics.

Figura 1.12. Es col·loca la mescla sobre un suport i se la sotmet a una **diferència de potencial**. Les molècules avançaran més o menys en funció de la seva càrrega elèctrica.

DISSOLUCIONS

Són mescles els elements de les quals no poden distinguir ni tan sols amb l'ajuda del microscopi òptic.

Solvent	Solut	Exemple
Sòlid	Sòlid	Aliatges
Líquid	Sòlid	Sucre en aigua
Gas	Sòlid	Pols a l'aire
Sòlid	Líquid	Mercuri en or
Líquid	Líquid	Alcohol en aigua
Gas	Líquid	Núvols
Sòlid	Gas	Hidrogen sobre platí
Líquid	Gas	Oxigen a l'aigua
Gas	Gas	Aire



CONCENTRACIÓ

Tant per cent en massa : Indica la quantitat d'un solut que hi ha en 100 unitats de massa de la solució .

$$(\text{g solut} / \text{g solució}) \times 100$$

Massa de solut per litre : És la massa d'un determinat solut que hi ha en cada litre de solució.

$$\text{g solut} / V \text{ solució}$$

Molaritat : Indica els mols de solut que conté cada litre de solució.

$$\text{mol solut} / V \text{ disolució}$$

Molalitat : Indica els mols de solut que hi ha per cada quilogram de dissolvent.

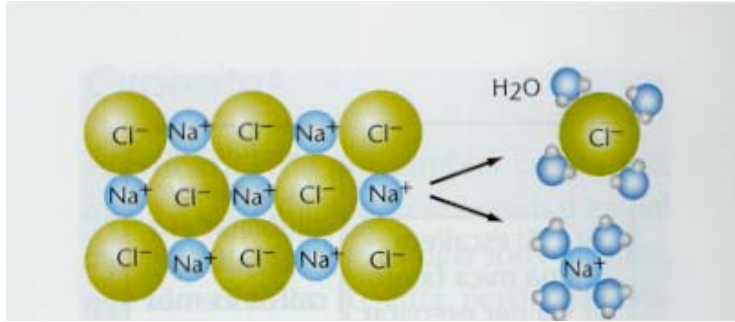
$$\text{mol solut} / \text{kg dissolvent}$$

Fracció molar : És el resultat de dividir el nombre de mols d'aquest solut pel nombre de mols totals de la solució.

$$x_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2}$$

Solubilitat

És la concentració que presenta una dissolució saturada, o sigui, que està en equilibri amb el solut sense dissoldre.



El procés de dissolució d'un sòlid implica separar les partícules que constitueixen el sòlid de la xarxa cristal·lina i distribuir-les en el si del dissolvent.

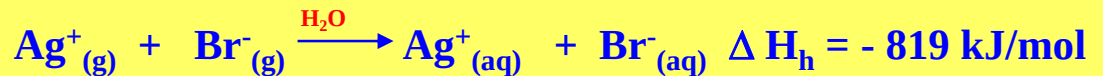
Els processos espontanis es regeixen per la tendència a un **mínim d'energia** i a un **desordre màxim o màxima entropia**.

El procés de dissolució d'un sòlid en aigua té lloc en dues etapes:

1. Els ions se separen de la xarxa del sòlid



2.- Aquest ions s'hidraten



L'entalpia de dissolució del AgBr serà :

$$\Delta H_d = 903 \text{ kJ/mol} + (- 819 \text{ kJ/mol}) = 84 \text{ kJ/mol}$$

CORBES DE SOLUBILITAT

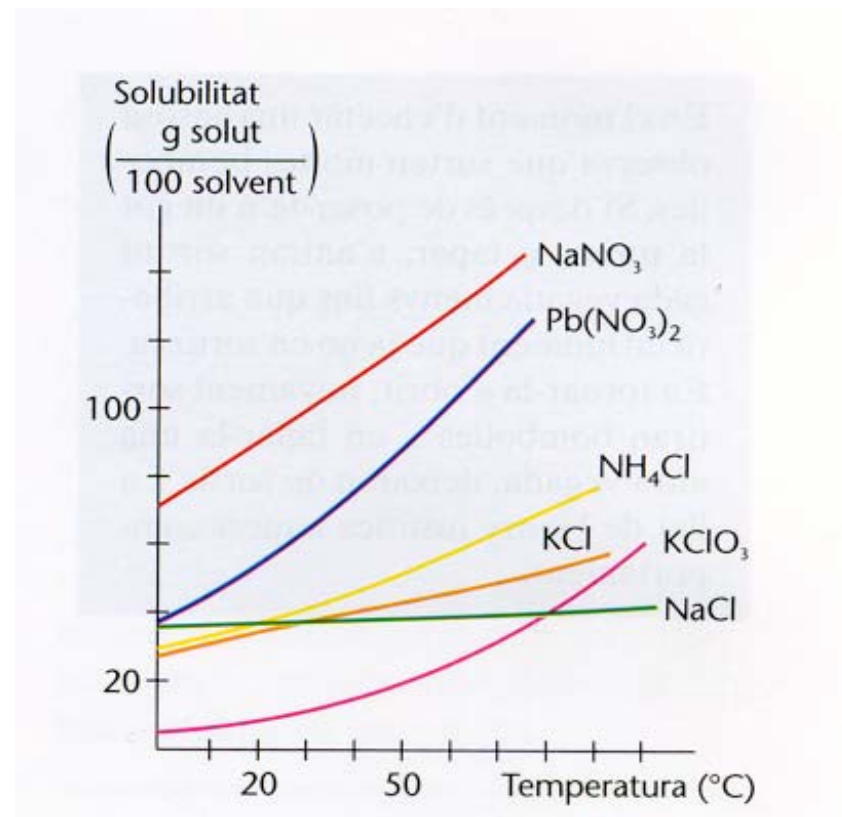
Aigua marina		Aigua dolça	
NaCl	26,518 g	NaCl	0,015 g
MgCl ₂	2,247 g		
MgSO ₄	3,305 g	MgSO ₄	0,020 g
CaCl ₂	1,141 g	CaCl ₂	0,003 g
KCl	0,725 g	KCl	0,006 g
NaHCO ₃	0,202 g	Ca(OH) ₂	0,030 g
NaBr	0,083 g		

SOLUBLE si la seva solubilitat és $> 0.1 \text{ M}$

POC SOLUBLE si la seva solubilitat se situa entre 0.1 i 0.001 M

INSOLUBLE si la seva solubilitat $< 0.001 \text{ M}$

Factors que afecten a la solubilitat



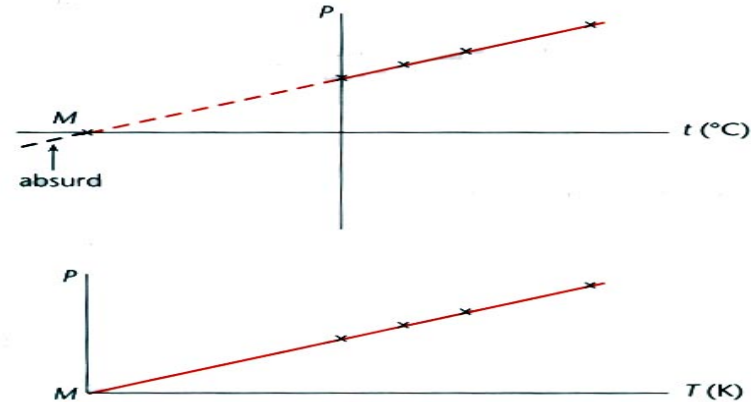
1.- TEMPERATURA : la majoria de dissolucions de substàncies sòlides són processos endotèrmics i d'augment d'entropia. La solubilitat de la majoria de les substàncies sòlides augmenta amb la temperatura. La solubilitat d'un gas, generalment, disminueix en augmentar la temperatura. És així perquè les molècules de gas, adquireixen més energia cinètica, i per tant tenen més possibilitat d'escapar de la solució quan són a la superfície lliure del líquid.

2.- PRESSIÓ D'UN GAS : Quan més gran sigui la pressió del gas sobre la solució més quantitat se'n dissoldrà. **LLEI DE HENRY** : $c = k \cdot P$ c : concentració dissolució saturada; P : pressió del gas sobre la superfície del líquid; k : constant de proporcionalitat

PRIMERA LLEI DE GAY-LUSSAC

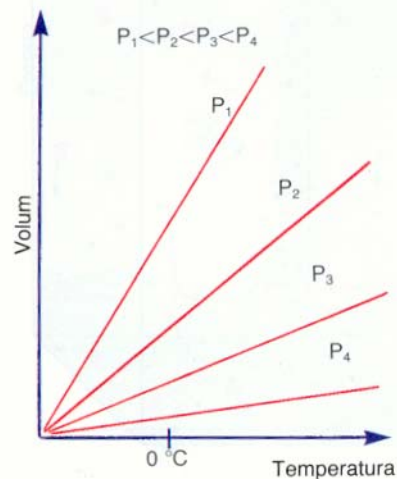
- **m i V constant, P i T varien**

$$\frac{P}{T} = K_V$$

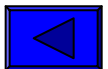


SEGONA LLEI DE GAY-LUSSAC

- **m constant, P constant, V i T varien**



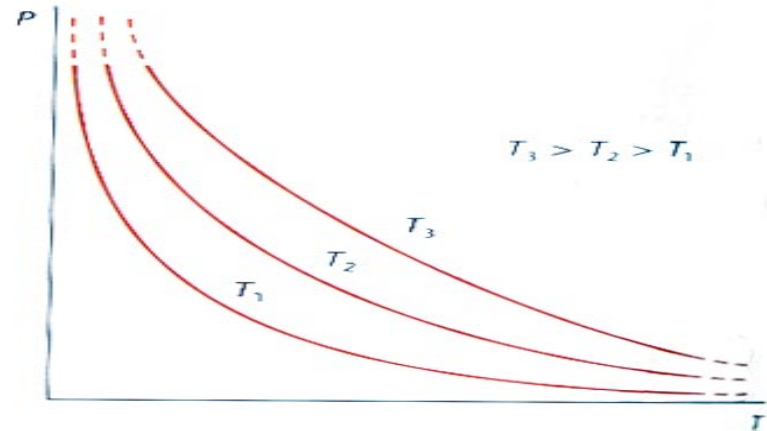
$$\frac{V}{T} = K_P$$



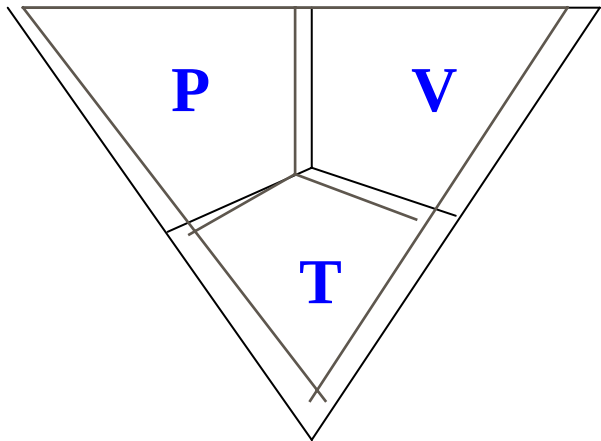
LLEI DE BOYLE-MARIOTTE

- m i P constants, V i T varien

$$PV = K_T$$

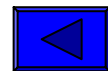


LLEI DELS GASOS IDEALS



El volum que ocupa la mateixa massa de gas és directament proporcional a la temperatura i inversament proporcional a la pressió.

$$PV = nRT$$



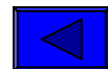
EQUACIÓ D'ESTAT DELS GASOS IDEALS

$$P V = n R T$$

$$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

n = mols del gas

- El volum que ocupa un mol de qualsevol gas ideal val sempre 22,4 l.

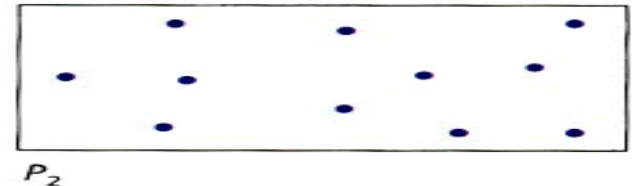
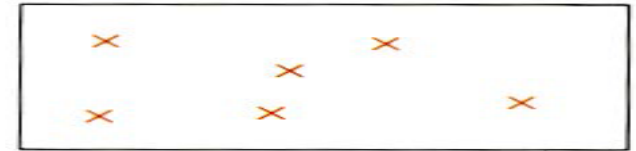
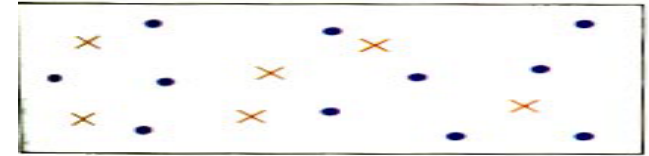


LLEI DE DALTON

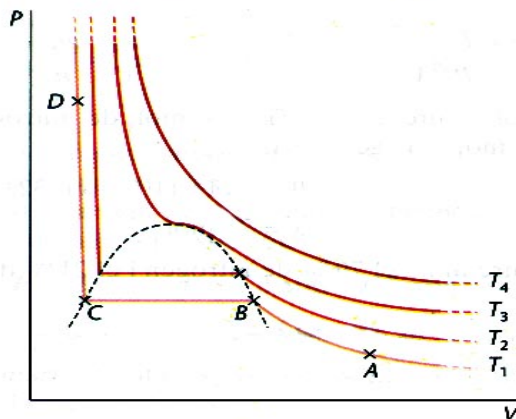
La pressió d'una mescla de gasos ideals és igual a la suma de les pressions dels gasos per separat

$$P = P_1 + P_2$$

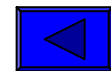
$$P_i = X_i \cdot P \quad i = 1, 2$$



GASOS REALS



- Es comporten com a ideals per a T altes i P baixes
- T_1 és aproximadament gas ideal
- T_3 Isotherma crítica (per sobre el gas no es pot liquar)



Dissolvent	K_e (°C · kg/ mol)	T_{eb} a 1 atm (°C)
Aigua	0,51	100
Benzè	2,64	80
Etilenglicol	2,26	197
Àcid acètic	3,22	118
Ciclohexanol	3,5	161

Taula de constants ebulloscòpiques (K_e).

4.2. Augment del punt d'ebullició

Quan dissolem sal o sucre en aigua, la temperatura d'ebullició de la mescla és més alta que la de l'aigua pura.

L'estudi de l'augment del punt d'ebullició que experimenta un líquid quan s'hi dissol una substància no volàtil rep el nom **d'ebullioscòpia**.

En cursos anteriors hem estudiat que l'ebullició es produeix quan totes les molècules del líquid passen a l'estat gasós. I això té lloc quan la pressió de vapor del líquid és igual que la pressió atmosfèrica.

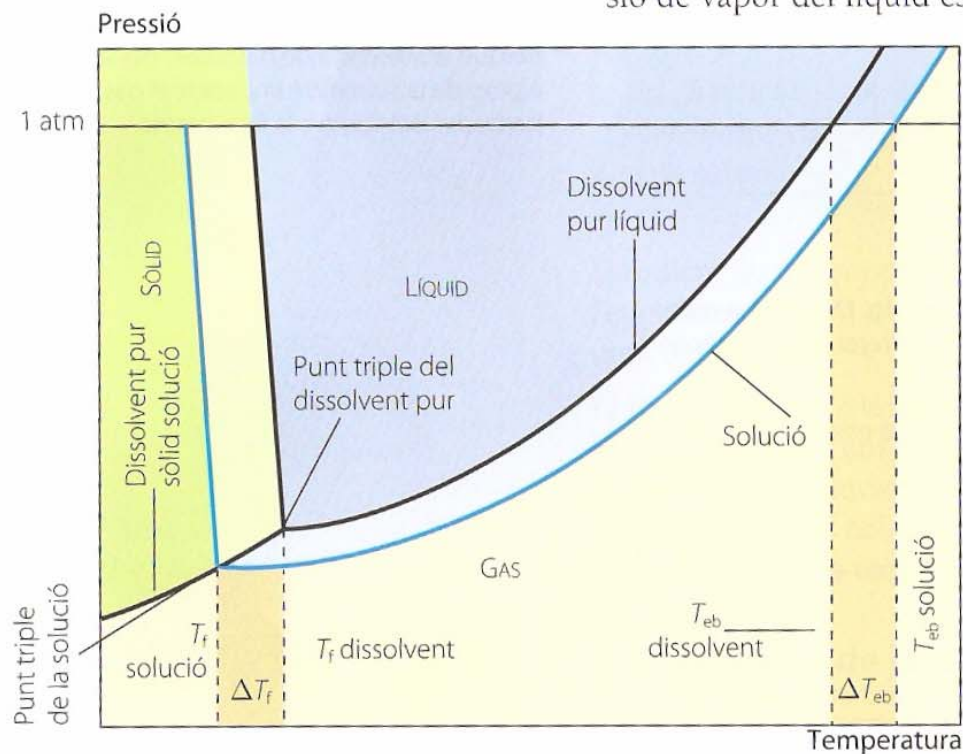


Figura 3.19. Variació de la pressió de vapor amb la temperatura.

En una solució, la pressió de vapor sempre és inferior a la que tindria el dissolvent pur, tant si està en estat sòlid com en estat líquid.

Acaben d'estudiar que la pressió de vapor d'un líquid disminueix quan s'hi dissol un solut no volàtil, perquè les partícules de solut dificulten que les partícules del líquid s'escapin i passin a l'estat gasós. Per aquest motiu el punt d'ebullició s'assoleix a temperatures més altes i, per tant, perquè aquesta solució arribi fins al punt d'ebullició caldrà escalfar-la fins a una temperatura més elevada.

L'augment del punt d'ebullició d'una solució respecte al punt d'ebullició del dissolvent és directament proporcional a la concentració molar del solut (m). La constant de proporcionalitat depèn del dissolvent i s'anomena **constant ebulloscòpica** (K_e).

$$\Delta T = T - T_e = K_e \cdot m$$

LLEI DE RAOULT

$$\Delta p = - p_o \cdot X_s$$

Δp : variació de la pressió de vapor del dissolvent

p_o : pressió de vapor del dissolvent pur

X_s : fracció molar del solut

p : pressió de vapor del dissolvent en la solució

X : fracció molar del dissolvent

$$p = p_o \cdot X$$

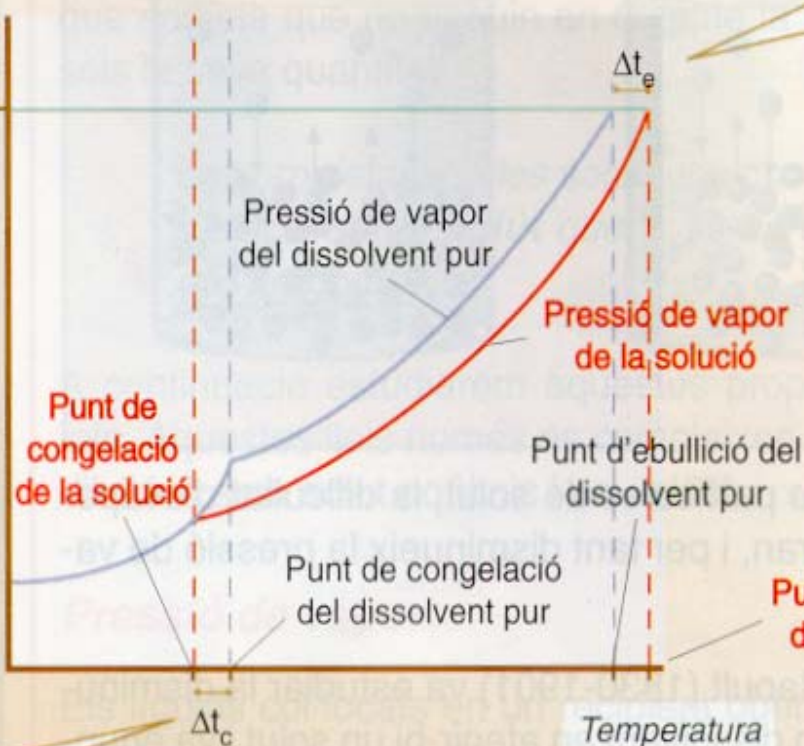
El **descens crioscòpic**, Δt_c , és directament proporcional a la **molalitat**, m , de la solució.

$$\Delta t_c = K_c m$$

K_c = constant crioscòpica el valor de la qual depèn del dissolvent però no pas del solut.

Per exemple:

$$K_c (\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$



L'**ascens ebullioscòpic**, Δt_e , és directament proporcional a la **molalitat**, m , de la solució.

$$\Delta t_e = K_e m$$

K_e = constant ebullioscòpica el valor de la qual depèn del dissolvent però no pas del solut.

Per exemple:

$$K_e (\text{H}_2\text{O}) = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Pressió hidrostàtica

Recorda que la pressió hidrostàtica que exerceix una columna de líquid en un punt és:

$$P = d \cdot g \cdot h$$

- d = densitat del líquid.
- g = acceleració de la gravetat.
- h = alçada de la columna de líquid.

4.4. Osmosi

Si posem una planta pansida en un vas d'aigua, es recupera. La planta es panseix per manca d'aigua, però n'absorbeix un altre cop quan s'introdueix dins el vas. Aquesta manifestació es coneix com a **osmosi**.

L'osmosi és un fenomen que es produeix quan separem dues solucions de diferent concentració per mitjà d'una membrana semipermeable; és a dir, una membrana que només permet el pas de partícules del dissolvent, però no del solut. En aquesta situació, les partícules de dissolvent passen de la solució més diluïda a la més concentrada, amb la finalitat d'igualar les concentracions [figura 3.21].

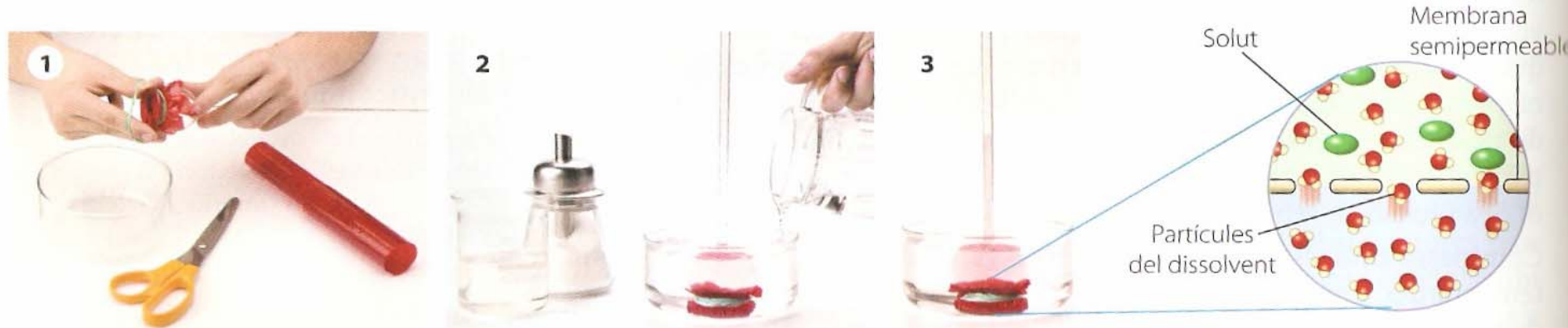


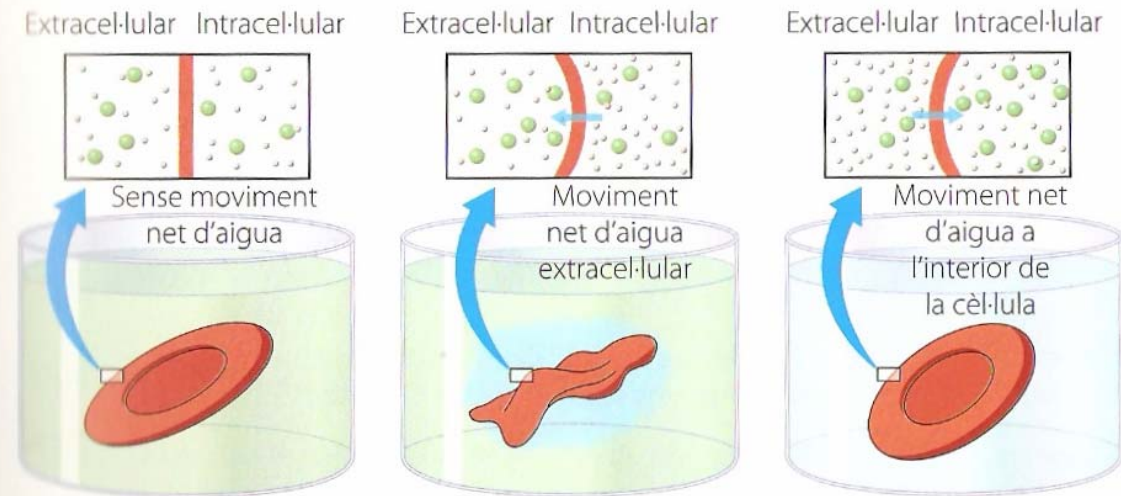
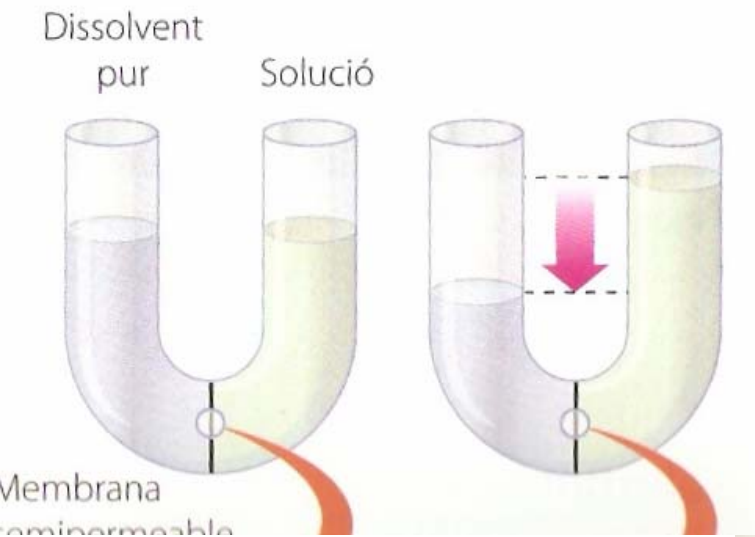
Figura 3.21. L'osmosi té una gran importància a la naturalesa, ja que totes les membranes cel·lulars són semipermeables. També es fa servir en alguns processos industrials com, per exemple, per obtenir aigua potable.

A la figura 3.20 s'ha produït el pas de molècules d'aigua a través de la membrana semipermeable. Les molècules passaran a l'interior de l'embut fins que la pressió que exerceixen les molècules d'aigua per entrar s'iguali amb la pressió hidrostàtica que exerceix la columna de líquid que s'ha format.

Aleshores s'assoleix un equilibri, ja que la tendència de les molècules d'aigua a entrar és la mateixa que la de les que hi ha dintre de l'embut per sortir. El valor d'aquesta pressió hidrostàtica és coneix com a **pressió osmòtica** [figura 3.21].

El **sèrum fisiològic** és una solució salina del 0,9 % que té la mateixa pressió osmòtica que els líquids corporals. Es considera una **solució isotònica** i, per això, no produeix cap moviment net d'aigua a través de les parets cel·lulars.

- Si s'injectés una solució de més pressió osmòtica (**solució hipertònica**) que la que hi ha a l'interior de les cèl·lules, en sortiria aigua de l'interior i la mida de les cèl·lules minvaria.
- Si s'injectés una solució de menys pressió osmòtica (**solució hipotònica**) que la que hi ha a l'interior de les cèl·lules, entraria aigua al seu interior, la mida de les cèl·lules augmentaria i fins i tot es podrien arribar a trencar.



(a) Medi isotònic



(b) Medi hipertònic



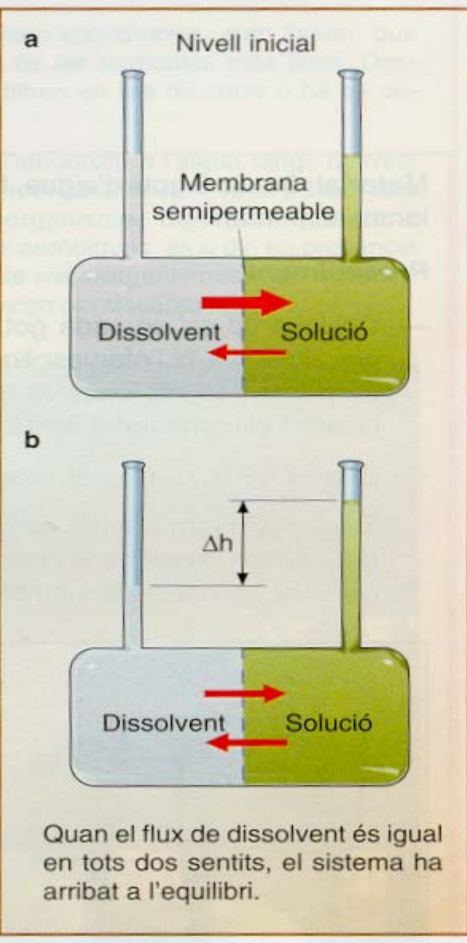
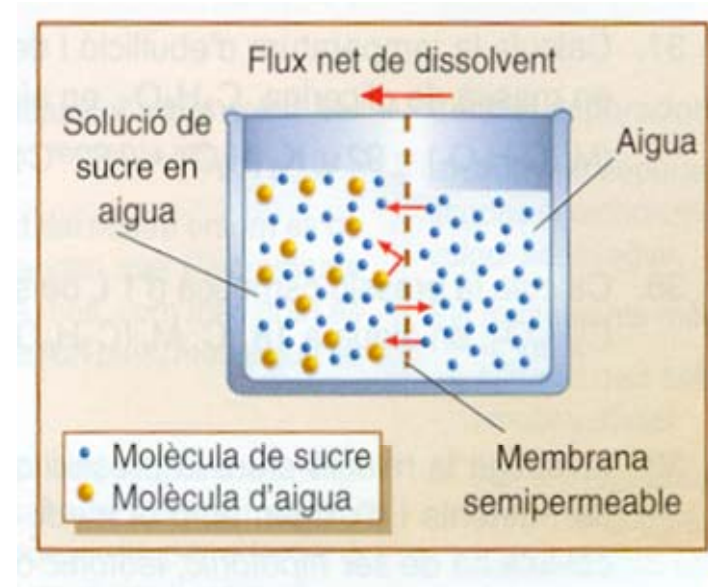
(c) Medi hipotònic

Figura 3.23. El moviment net d'aigua des de o cap a les cèl·lules les malmet.

PRESSIÓ OSMÒTICA

És la pressió hidrostàtica necessària per a aturar el flux net de dissolvent a través d'una membrana semipemeable .

OSMOSI: És el pas de dissolvent a través de la membrana semipermeable en separar dues dissolucions del mateix solut i el mateix dissolvent però de diferent concentració.

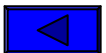


$$\pi \cdot V = n R T$$

Ecuació de Van't Hoff

π = pressió osmòtica
 n = mols de solut en la solució
 T = temperatura absoluta
 V = volum de la solució
 R = constant dels gasos ideals

Solucions isotòniques :
aquelles que tenen la mateixa pressió osmòtica.



Aplicació al càlcul de concentracions molars

- a) Quina massa de glucosa, $C_6H_{12}O_6$, es deu disoldre en aigua per preparar 250 ml d'una dissolució 0,1 M?
- b) Quin volum de la dissolució resultant conté 0,01 mols de glucosa?

a) Càlcul de la massa de glucosa a disoldre

Els mols de glucosa en 250 ml de dissolució 0,1 M són:

$$0,25 (\ell) \cdot 0,1 \left[\frac{\text{mol}}{\ell} \right] = 0,025 \text{ mols}$$

La massa de glucosa que es necessita és:

$$0,025 (\text{mols}) \cdot 180 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right] = 4,5 \text{ g de glucosa}$$

b) Càlcul del volumen de la dissolució

El volumen que conté 0,01 mols de glucosa és:

$$V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{0,01 (\text{mols})}{0,1 \left(\frac{\text{mol}}{\ell} \right)} = 0,1 \ell = 100 \text{ ml}$$



Aplicació al càlcul de la molaritat d'una dissolució

Una mostra de 2 g de permanganat de potassi, KMnO_4 es va dissoldre en la quantitat d'aigua suficient per donar 2 litres de dissolució. Quina és la molaritat de la dissolució de KMnO_4 obtinguda?

- Càlcul de mols de permanganat en la mostra

$$\frac{2 \text{ (g KMnO}_4\text{)}}{158,04 \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)} = 0,0126 \text{ mols de KMnO}_4$$

- Càlcul de la molaritat

$$\text{Molaritat} = \frac{0,0126 \text{ (mols KMnO}_4\text{)}}{2 \text{ (l dissolució)}} = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

