

Unitat 2

55

ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

UNITAT 2 ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

Matemàtiques, Ciència i Tecnologia 6. EL MÓN INVISIBLE

què treballaràs?

En acabar la unitat has de ser capaç de:

- Descriure les característiques dels estats de la matèria i dels canvis d'estat.
- Aplicar la teoria cinètico-molecular per explicar diferents fenòmens.
- Diferenciar les substàncies pures de les mescles.
- Descriure els principals tipus de mescles.
- Calcular concentracions de dissolucions.

1. Estats de la matèria

La matèria pot presentar-se en tres estats: **sòlid, líquid i gasós**.

Les condicions de **pressió** i **temperatura** determinen que una mateixa substància es trobi en un o altre estat.

L'estat físic en què es troba una substància ens indica la **intensitat dels enllaços** que mantenen unides les seves partícules.

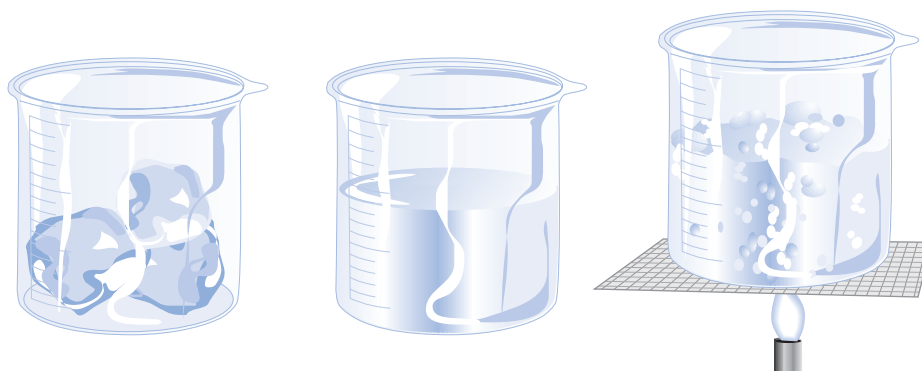
L'aigua és una substància química que podem fàcilment trobar en estat sòlid, líquid i gasós en situacions quotidianes.

Quan parlem de l'aigua en estat sòlid ens referim al gel, en estat líquid a l'aigua que bevem i en estat gasós al vapor d'aigua.

Que l'aigua es trobi en un o altre estat depèn de les condicions de pressió i temperatura.

A la pressió d'1 atmosfera, l'aigua és líquida entre 0°C i 100°C; per sota de 0°C es troba en estat gel i per sobre de 100°C en estat vapor.

Els enllaços que mantenen unides les molècules d'aigua són **forts** en l'estat sòlid, **febles** en l'estat líquid i **molt febles** en l'estat gasós.



Aigua en estat sòlid, líquid i gas

• Activitat d'aprenentatge 1

2. Canvis d'estat

Anima't a fer les següents experiències!

Afegeix uns glaçons de gel a una beguda i espera't una estona.

Què els ha passat als glaçons?

Col·loca unes boletes de càmfora a l'armari i observa-les al cap d'uns dies.

Què els ha passat a les boletes?

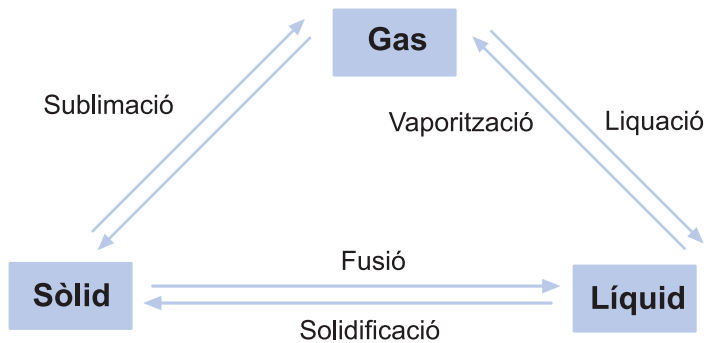
Deixa un vas amb aigua a temperatura ambient durant uns dies i llavors observa-la.

Què li ha passat a l'aigua?

Podríem dir que els glaçons, les boletes i l'aigua han desaparegut, però el que realment ha passat és que han **canviat d'estat**.

Escalfant o **refredant** les substàncies aconseguim que canviïn d'estat.

Els canvis d'estat possibles els tenim representats en el següent diagrama.



Fusió i solidificació

La fusió és el pas de sòlid a líquid.

Agafa uns glaçons de gel i deixa'ls en un vas a temperatura ambient.

Els glaçons comencen a absorbir calor de l'atmosfera i la seva temperatura va augmentant fins arribar a 0°C . A aquesta temperatura té lloc la fusió del gel. Pots observar-ho veient com els glaçons es fonen i es converteixen en aigua.

Amb un termòmetre pots comprovar que mentre dura la fusió del gel, la temperatura del sistema gel - aigua es manté constant i igual a 0°C .

Si quan s'ha fos tot el gel tornes a refredar l'aigua líquida, que està a 0°C , aquesta aigua es torna altra vegada gel. L'aigua es solidifica.

La solidificació és el pas de líquid a sòlid.

Els processos de **fusió** i de **solidificació**, com tot canvi d'estat, es produeixen a **temperatura constant**.

Cada **sòlid** té una temperatura de **fusió determinada**, que és la mateixa que la de **solidificació**.

Aquesta temperatura depèn de la pressió a la que es troba el sòlid.

Vaporització i condensació

La vaporització és el pas de líquid a gas.

Aquest canvi d'estat pot tenir lloc de dues maneres diferents: mitjançant **evaporació** o mitjançant **ebullició**.

Vaporització	Evaporació	És una vaporització lenta. Les molècules líquides passen a vapor lentament.
		Només passen a vapor les molècules de la superfície del líquid.
		Té lloc a qualsevol temperatura .
		El fenomen de l'evaporació explica que puguem eixugar la roba molla, que es formin núvols a partir de l'aigua dels oceans, rius i llacs, etc.
	Ebullició	És una vaporització ràpida i tumultuosa.
		Té lloc a tot el líquid. És a dir, passen a vapor molècules de qualsevol punt del líquid .
		La temperatura d'ebullició és característica de cada líquid i depèn de la pressió a la que es troba. L'ebullició de l'aigua es produeix a 100°C si la pressió és d'una atmosfera (1 atm).

Amb la següent experiència podràs observar els fenòmens d'ebullició i evaporació:

- Omple dos vasos d'aigua.
- Escalfa un d'ells fins a 100°C. Observaràs que a aquesta temperatura es van formant bombolles en tot el líquid, les quals pugen a la superfície i exploten passant a gas. Aquest canvi d'estat l'anomenem **ebullició**.
- Si tens un termòmetre podràs comprovar que l'aigua manté la temperatura constant de 100°C mentre dura l'ebullició.
- Amb poca estona et quedarà el vas sense aigua perquè l'ebullició és el pas de líquid a gas (vaporització) de manera ràpida.
- Deixa l'altre got a temperatura ambient i vés observant-lo cada dia.
- Veuràs que l'aigua es va vaporitzant a poc a poc. Es tracta d'una **evaporació** perquè el procés té lloc de manera lenta i a temperatura ambient.
- Si pots recollir el vapor d'aigua i refredar-lo, tornaràs a tenir aigua. D'aquest procés se'n diu **condensació** o **liquació**.

La liquació o condensació és el procés invers a la vaporització.

La sublimació

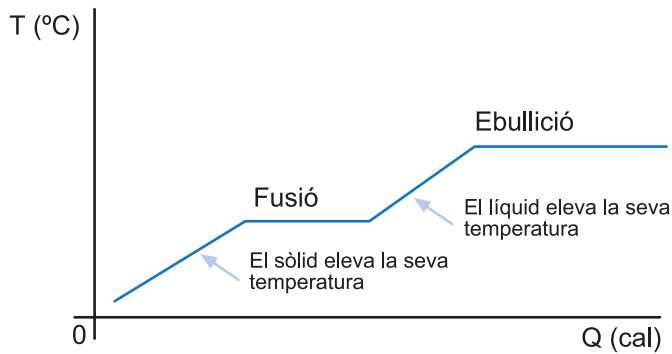
La sublimació és el nom que rep el canvi d'estat que passa directament de sòlid a gas o de gas a sòlid, sense passar per líquid.

A la pressió atmosfèrica només sublimen unes poques substàncies com la naftalina o el iode.

La sublimació permet explicar la «desaparició» de les boletes de naftalina de l'armari. Les boletes no han desaparegut, han sublimat, és a dir, han passat directament de sòlid a gas.

Les variacions de la temperatura en els canvis d'estat

Observa el gràfic.



En ell hi tenim representades les variacions de temperatura que assoleix una substància pura que es troba en estat sòlid quan se li va subministrant calor.

Podem observar el següent:

- la substància en estat sòlid o líquid augmenta la seva temperatura quan se li subministra calor.
- la temperatura de la substància es manté constant durant els canvis d'estat de fusió i ebullició.

Canvia la naturalesa de les substàncies en els canvis d'estat?

Els canvis d'estat són **canvis físics**, això vol dir que no alteren la naturalesa química de la substància.

L'aigua, com qualsevol altra substància, en passar de l'estat sòlid a l'estat líquid o d'aquest a l'estat gas o en fer els canvis inversos no canvia la seva naturalesa, no deixa d'ésser aigua. El que sí que canvien són algunes de les seves propietats com la densitat, la duresa, la capacitat de fluir, etc.

Podem variar les temperatures de fusió i d'ebullició d'una substància pura?

Les substàncies pures tenen una temperatura de fusió i ebullició fixes a una pressió determinada.

Podem variar la temperatura de fusió o d'ebullició d'una substància **afegint-li una altra substància** o bé **variant-li la pressió**.

Pensa en les situacions següents:

- A l'hivern tirem sal sobre la neu que ha caigut a la carretera.
- El radiador del cotxe no conté aigua pura, sinó que conté aigua barrejada amb un líquid anticongelant.

En totes dues situacions afegim una substància a l'aigua perquè aquesta deixi de ser aigua pura.

L'aigua barrejada amb sal o amb anticongelant té diferent temperatura de fusió i d'ebullició que l'aigua pura.

L'aigua amb sal congela a una temperatura més baixa de 0°C . Afegint sal a la neu aconseguim que aquesta no es geli fins a temperatures negatives i que, per tant, no sigui perillosa per a la circulació.

El líquid anticongelant que afegim a l'aigua fa que aquesta congeli a temperatures més baixes de 0°C . D'aquesta manera evitem que l'aigua es torni sòlida dins del radiador i pugui trencar-lo.

Pensa en les situacions següents:

- Les verdures es couen més ràpidament en una olla a pressió que en una olla oberta a l'aire lliure.
- La temperatura d'ebullició de l'aigua dalt d'una muntanya ha estat de 80°C .

En l'olla a pressió l'aigua està sotmesa a una pressió molt més gran que en una olla oberta a l'atmosfera. Això fa que l'aigua bulli a temperatures properes als 120°C .

Aquestes temperatures tan altes fan que la cocció dels aliments sigui molt ràpida.

En una muntanya la pressió disminueix, per això l'aigua bull a temperatures inferiors a 100°C .

El quart estat de la matèria: l'estat plasma

El quart estat de la matèria o estat plasma és un estat menys conegut que els anteriors.

Calen temperatures molt elevades perquè la matèria es trobi en estat de plasma.

En aquest estat els nuclis dels àtoms es troben separats dels electrons.

Les altes temperatures han permès que es vencin les forces d'atracció electrostàtiques entre el nucli i els electrons i que aquests es separin.

L'hidrogen es troba en estat plasma a 100.000K . De moment no tenim cap material que pugui resistir aquesta temperatura, per la qual cosa no podem tenir hidrogen en estat plasma.

La reacció de fusió nuclear, la qual consisteix en fondre dos nuclis d'hidrogen per obtenir-ne un d'heli, només pot tenir lloc si la matèria es troba en estat plasma.

Al Sol i a les estrelles hi ha matèria en estat plasma, la qual cosa possibilita reaccions de fusió nuclear.

La reacció de fusió nuclear allibera molta energia i no és gens contaminant, per això és l'esperança energètica del futur.

- **Activitats d'aprenentatge 2, 3, 4 i 5**

3. La teoria cinètico-molecular

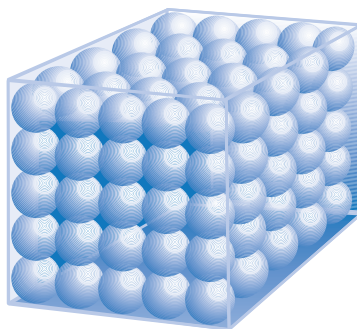
La teoria cinètico-molecular o, més abreujadament, la teoria cinètica explica el comportament de la matèria.

Quines són les idees bàsiques de la teoria cinètico-molecular?

- La matèria està **formada per un gran nombre de partícules**. Aquestes partícules són molt petites, per la qual cosa no es poden veure amb el microscopi.
- Les partícules tenen un **determinat moviment** i una **distància de separació**, que està en funció de la temperatura i l'estat físic en el que es troba la substància.
- L'augment de temperatura provoca l'augment de l'**agitació** de les partícules.
- La **pressió** que els gasos fan dins del recipient que els conté és deguda als xocs de les seves partícules contra les parets dels recipients.

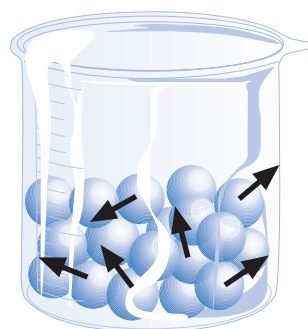
Sòlids, líquids i gasos segons la teoria cinètica

Sòlids



- Les partícules estan molt properes entre elles. **No hi ha buits** entre les partícules.
- Estan unides entre elles per **forces atractives intenses**. Aquestes forces fan que les partícules ocupin posicions fixes, tot i que poden vibrar al voltant de la seva posició d'equilibri.

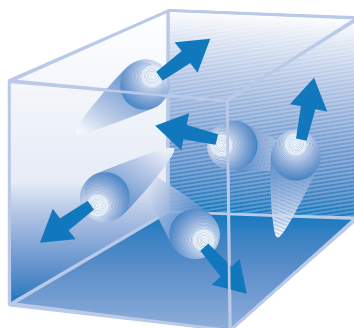
La teoria cinètica permet justificar que els sòlids tinguin **forma pròpia** (les partícules ocupen posicions fixes) i ocupin un **volum constant** (no hi ha buits entre les partícules, per la qual cosa no és fàcil comprimir els sòlids).



- En els líquids les partícules estan **properes**, però no tant com en els sòlids.
- Estan unides entre elles per **forces atractives més febles que en els sòlids**. Aquestes forces permeten que les partícules puguin lliscar unes per sobre de les altres.

La teoria cinètica permet justificar que els líquids tinguin **forma variable** (les partícules poden lliscar unes per sobre de les altres, permetent que el líquid flueixi) i ocupin un **volum constant** (no hi ha buits entre les partícules, per la qual cosa no és fàcil comprimir els líquids).

Gasos



- En els gasos les partícules estan **molt separades** unes de les altres.
- Les **forces d'atracció** entre les partícules són **molt febles**. Per això les partícules es poden moure en totes direccions, xocant amb les parets dels recipients que les contenen.

La teoria cinètica permet justificar que els gasos tinguin **forma i volum variable** i que es **puguin expandir i comprimir amb facilitat**.

Com explica la teoria cinètica els canvis d'estat?

Fusió

Imaginem que tenim un tros de gel a 0°C (temperatura de fusió) i l'anem escalfant per convertir-lo en aigua.

Proporcionar calor al gel vol dir augmentar-li l'agitació de les seves partícules.

Les partícules comencen a augmentar les distàncies de separació que hi ha entre elles, trencant-se l'estructura de l'estat sòlid i passant a l'estat líquid.

Mentre queda gel per fondre, tota la calor que rep la massa de gel s'inverteix en trencar l'estructura del sòlid. Per això la temperatura es manté constant.

Quan tot el gel s'ha fos, la calor que rep la massa líquida serveix per anar augmentant la temperatura.

Vaporització

Imaginem que tenim una massa d'aigua a 100°C (temperatura d'ebullició) i l'anem escalfant a fi de convertir-la en vapor.

La calor que rep l'aigua fa que les seves partícules augmentin l'energia de vibració, es puguin deslligar de les unions que les mantenen unides amb altres partícules del líquid i puguin passar a vapor.

Mentre dura la vaporització tota la calor que rep la massa d'aigua s'inverteix en el canvi d'estat, per això la temperatura es manté constant.

Quan tota l'aigua s'ha vaporitzat, la calor que rep el vapor d'aigua serveix per anar augmentant la temperatura.

Com explica la teoria cinètica les dilatacions?

L'augment o la disminució de la temperatura afecta la intensitat de moviment de les partícules i això equival a un augment o una disminució del volum.

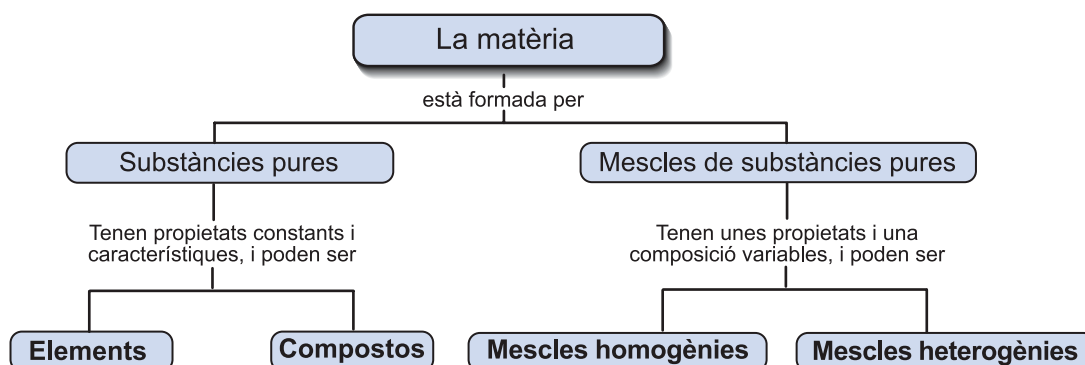
Les juntes de dilatació dels edificis són separacions que permeten absorbir les dilatacions i contraccions causades per les diferències de temperatura entre l'estiu i l'hivern.

Els termòmetres de mercuri es fonamenten en la dilatació que experimenta un líquid, el mercuri, quan augmenta la temperatura.

• Activitat d'aprenentatge 6

4. Classificació de la matèria

La matèria és tot allò que ocupa un lloc en l'espai.



Podem classificar la matèria segons la seva composició en: **substàncies pures** i **mescles de substàncies pures**.

No és fàcil de distingir a cop d'ull una substància pura d'una mescla de substàncies pures. La majoria de substàncies que trobem a la naturalesa són mescles de diferents substàncies. L'aire és una mescla, l'aigua que bevem és una mescla, els sucus de fruita són mescles.

La química considera substàncies pures aquelles que només contenen un tipus de substància.

L'aire no és una substància pura, perquè està format per una barreja de gasos: nitrogen, oxigen i diòxid de carboni, entre altres gasos.

L'aigua que bevem és una mescla perquè, a més d'aigua, sol contenir minerals.

L'aigua destil·lada és una substància pura, perquè només està formada per aigua.

El coure és també una substància pura, perquè només està format per coure.

Les substàncies pures són els elements i els compostos.

Les substàncies pures es diferencien de les mescles perquè tenen unes propietats característiques i constants.

La temperatura de fusió, la temperatura d'ebullició i la densitat són propietats característiques de les substàncies pures. Això vol dir que aquestes propietats no depenen de la quantitat de substància que tenim, només depenen de la substància de la que es tracta.

Com podem saber si una mostra d'aigua és pura?

Sabem que l'aigua, a la pressió d'una atmosfera, bull a la temperatura de 100°C. Si la nostra mostra d'aigua bull a aquesta temperatura, es tractarà d'aigua pura, si no és així, es tractarà d'aigua barrejada amb altres substàncies.

SUBSTÀNCIA	tf / °C	te / °C
Oxigen	-218	-183
Butà	-138	-0,5
Etanol (alcohol etílic)	-117	78,5
Acetona	-95,3	56,5
Amoníac	-77,7	-33,6
Aigua	0	100
Clorur de sodi (sal comuna)	801	1.413
Ferro	1.535	2.750
Diòxid de carboni	-78,50	

Les mescles de substàncies pures tenen unes propietats i una composició variables.

Pensa en la preparació d'una mescla d'aigua i sucre. Podem barrejar molt o poc sucre amb una determinada quantitat d'aigua. Les propietats de la mescla dependran de la proporció en què hàgim barrejat els components.

Els components d'una mescla mantenen les seves propietats dins la mescla. Això ens diu que si separem els components de la mescla, aquests no hauran perdut cap de les seves propietats, tot i haver estat barrejats.

Classificació de les mescles

Les mescles es poden classificar en **mescles heterogènies** i **mescles homogènies**.

En les **mescles heterogènies** es poden diferenciar els seus components a ull nu o amb una lupa.

Per separar els components d'una mescla heterogènia aprofitem que aquests components tenen propietats diferents.

Com podem separar els components d'una mescla heterogènia d'aigua i sorra?

Podem separar-los mitjançant el mètode de **la sedimentació** o bé el de **la filtració**.

• **La sedimentació** permet separar mescles heterogènies, els components de les quals tenen una densitat diferent.

Seguint aquest mètode, deixarem en repòs la mescla d'aigua i sorra. Per efecte de la gravetat, la sorra es dipositarà al fons del recipient (sedimentarà) i l'aigua quedarà a la part superior.

Acabada la sedimentació, anirem inclinant a poc a poc el vas que conté la mescla i recollirem l'aigua en un altre recipient. La sorra ens quedarà al vas.

Per tenir una sedimentació més perfecta es pot portar a terme primerament una **centrifugació**.

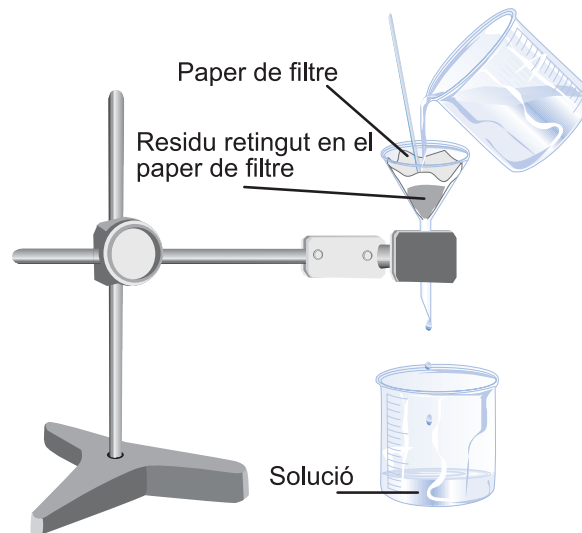
- **La centrifugació** consisteix a fer girar la mescla a moltes revolucions. D'aquesta manera es millora la separació dels dos components.



Procés de decantació

- **La filtració** consisteix a fer passar la mescla per un embut, al qual hem col·locat un paper de filtre.

En el nostre cas el paper de filtre ha de tenir uns porus amb diàmetre inferior al de les partícules de sorra, perquè aquestes hi quedin retingudes.



Procés de filtració

Prova els dos mètodes de separació.

Quin mètode t'ha semblat millor?

En les **mesclures homogènies** no es poden diferenciar els seus components a ull nu o amb una lupa

Les mesclures homogènies reben el nom de **dissolucions**.

El dissolvent és el component majoritari de la dissolució.

El solut és el component minoritari de la dissolució.

Una dissolució pot contenir un o més soluts.

El dissolvent i el solut poden trobar-se en estat sòlid, líquid o gas. Vegem-ho a la taula següent:

DISSOLVENT	SOLUT	DISSOLUCIÓ
Sòlid	Sòlid	Aliatge
	Líquid	Fang
	Gas	Hidrogen en platí
Líquid	Sòlid	Aigua amb sal
	Líquid	Aigua amb alcohol
	Gas	Aigua carbònica
Gas	Sòlid	Fum
	Líquid	Boira
	Gas	Aire

La teoria cinètico-molecular explica les dissolucions.

Tota dissolució consisteix en una barreja de les partícules dels seus components (dissolvent i solut o soluts).

Quan dissolem **un sòlid en un líquid**, les partícules del líquid atrauen les del sòlid i fan que es trenqui la seva estructura rígida. Les partícules del sòlid es van col·locant en els buits que hi ha entre les partícules del líquid.

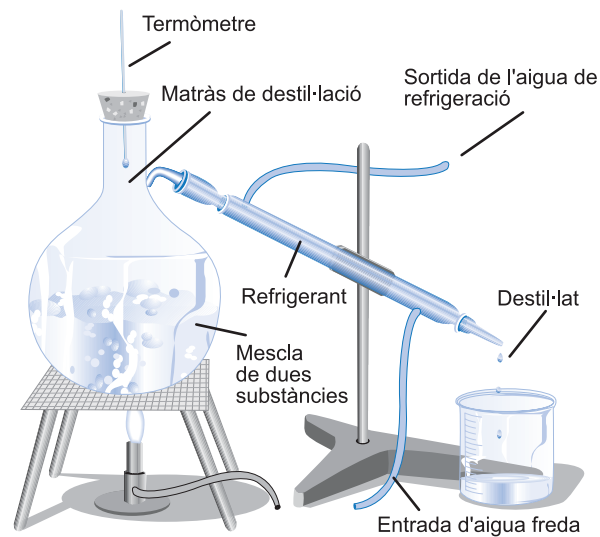
Quan es dissol **un líquid en un líquid** o **un gas en un líquid**, les partícules de solut també s'intercalen entre les partícules del dissolvent, però en aquest cas no s'ha de trencar cap estructura rígida.

El volum total d'una dissolució és sempre igual a la suma dels volums del dissolvent i del solut?

Això no sempre s'ha de complir, perquè les partícules del solut s'intercalen entre les partícules del dissolvent, per la qual cosa pot passar que volums que estaven lliures de partícules ara estiguin ocupats, amb la qual cosa el volum total disminuirà.

Com podem separar els components d'una dissolució d'aigua i sal sense perdre cap dels dos components?

El mètode adequat és el de **la destil·lació**.



Procés de destil·lació

- **La destil·lació** permet separar els components d'una mescla, sempre i quan aquests tinguin diferent punt d'ebullició.

Per portar a terme una destil·lació fem el muntatge de la figura i anem escalfant la mescla d'aigua i sal suaument.

Veurem que a una temperatura una mica superior als 100°C comença a bullir l'aigua.

En el mateix muntatge de la destil·lació es refreda el vapor d'aigua format en l'ebullició i es recull en forma d'aigua líquida.

Així ens queda la sal al mateix recipient on hem fet la destil·lació i l'aigua al recipient de recollida.

Altres mètodes com **l'evaporació i la filtració** no serien adequats.

- **L'evaporació** consisteix a anar escalfant la mescla en un recipient obert a l'aire lliure fins que l'aigua s'evapori i la sal quedi cristal·litzada al fons del recipient. Amb aquest mètode només podríem recuperar la sal.

La mida de les partícules d'una dissolució és tan petita que poden travessar els porus de qualsevol filtre. **La filtració** no seria un mètode adequat per separar l'aigua de la sal, perquè tota la dissolució travessaria el filtre.

Concentració de les dissolucions

Segons la seva concentració, les dissolucions poden ser :

- **Diluïdes:** contenen molt poca quantitat de solut respecte la quantitat de dissolvent.
- **Concentrades:** tenen una quantitat important de solut respecte la quantitat de dissolvent.
- **Saturades:** no admeten més quantitat de solut en la dissolució.

Si preparem una dissolució d'aigua i sal i anem afegint sal a l'aigua, arribarà un moment que la sal ja no es dissoldrà i quedarà al fons del got. Direm que en aquest punt tenim una **dissolució saturada** a la temperatura a la qual fem l'experiència.

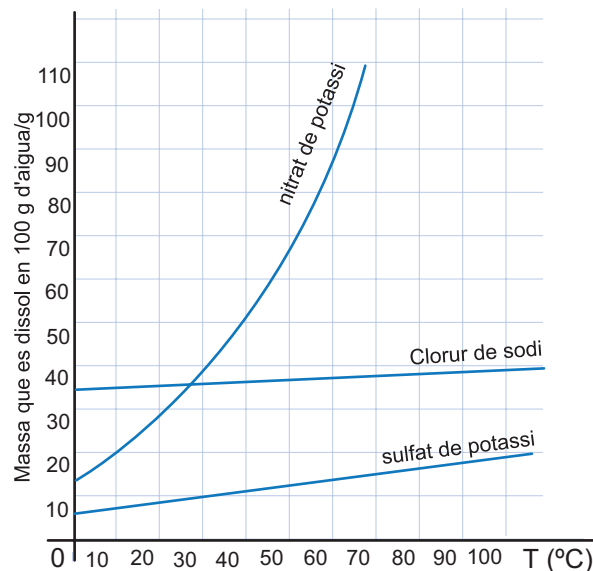
La solubilitat és una propietat característica de cada substància. Que una substància sigui més o menys soluble que una altra està en funció de les característiques de les dues substàncies.

La solubilitat d'un solut en un dissolvent és la màxima quantitat de solut que es pot dissoldre en una determinada quantitat de dissolvent a una temperatura determinada.

La solubilitat sol donar-se en grams de solut per 100g de dissolvent.

Les corbes de solubilitat ens mostren la variació de la solubilitat amb la temperatura.

Fixa't en la gràfica de les corbes de solubilitat.



A partir de la gràfica podem saber la quantitat en grams de tres substàncies que es dissolen en 100g d'aigua entre les temperatures de 0°C i 100°C.

Fixa't que en augmentar la temperatura, augmenta la massa de substància que es dissol en els 100g d'aigua.

Una dissolució saturada de sulfat de potassi a 50°C conté 15g de sulfat de potassi en 100g d'aigua.

Què passarà si refredem la dissolució?

La gràfica ens permet veure que si refredem la dissolució, la solubilitat disminuirà. Quedarà un excés de sulfat de potassi, el qual anirà sedimentant en el fons.

Què passarà si augmentem la temperatura de la dissolució?

Si augmentem la temperatura, la dissolució deixarà de ser saturada i admetrà més solut.

Com que els termes diluïda, concentrada o saturada no donen dades numèriques que permetin saber exactament la proporció de dissolvent i de solut en la dissolució, tenim altres maneres d'expressar aquesta concentració amb dades numèriques.

Tant per cent en pes

El tant per cent en pes és el nombre de grams de solut que estan dissolts en 100g de dissolució.

La següent fórmula ens permet calcular la concentració en % en pes.

$$\% \text{ en pes} = \frac{\text{grams de solut}}{\text{grams de dissolució}} \cdot 100$$

(grams de dissolució = grams de dissolvent + grams de solut)

Sovint es fa servir l'expressió «tant per cent de solut».

Si ens diuen que una dissolució d'aigua i sal té una concentració del 20% ens estan dient que hi ha 20g de sal per cada 100g de dissolució, és a dir, hi ha 20g de sal per cada 80g d'aigua.

ACTIVITAT

Calcula la concentració en tant per cent en pes d'una dissolució obtinguda barrejant 12g de nitrat de plata en mig litre d'aigua.

Solució

Primer identifiquem les dades de l'enunciat.

El solut és el nitrat de plata perquè és el component que es troba en menor quantitat. El dissolvent és l'aigua. La dissolució és la barreja d'aigua i nitrat de plata.

Grams de solut = 12g

Grams de dissolvent = 500g (recorda que 1 litre d'aigua té massa 1.000g)

Grams de dissolució = grams de dissolvent + grams de solut = 12 + 500 = 512g

Apliquem la fórmula:

$$\% \text{ en pes} = \frac{12 \text{ g de nitrat de plata}}{512 \text{ g de dissolució}} \cdot 100 = 2,34\%$$

La concentració de nitrat de plata en la dissolució és de 2,34%.

La concentració en massa són els grams de solut que estan dissolts en cada litre de dissolució.

Es calcula amb la següent fórmula:

$$\text{Concentració en massa} = \frac{\text{grams de solut}}{\text{litres de dissolució}}$$

La concentració en massa s'expressa en **g/l**.

ACTIVITAT

Calcula la concentració en massa d'una dissolució que s'ha preparat dissolent 30g de sal en aigua. El volum total de dissolució és de tres litres.

Solució

Aplicant la fórmula de la concentració en massa,

$$\text{Concentració en massa} = \frac{30 \text{ g de sal}}{3 \text{ litres de dissolució}} = 10 \text{ g/l}$$

La concentració en massa és de 10g/l.

• Activitats d'aprenentatge 7, 8, 9 i 10.