

1

Les substàncies pures

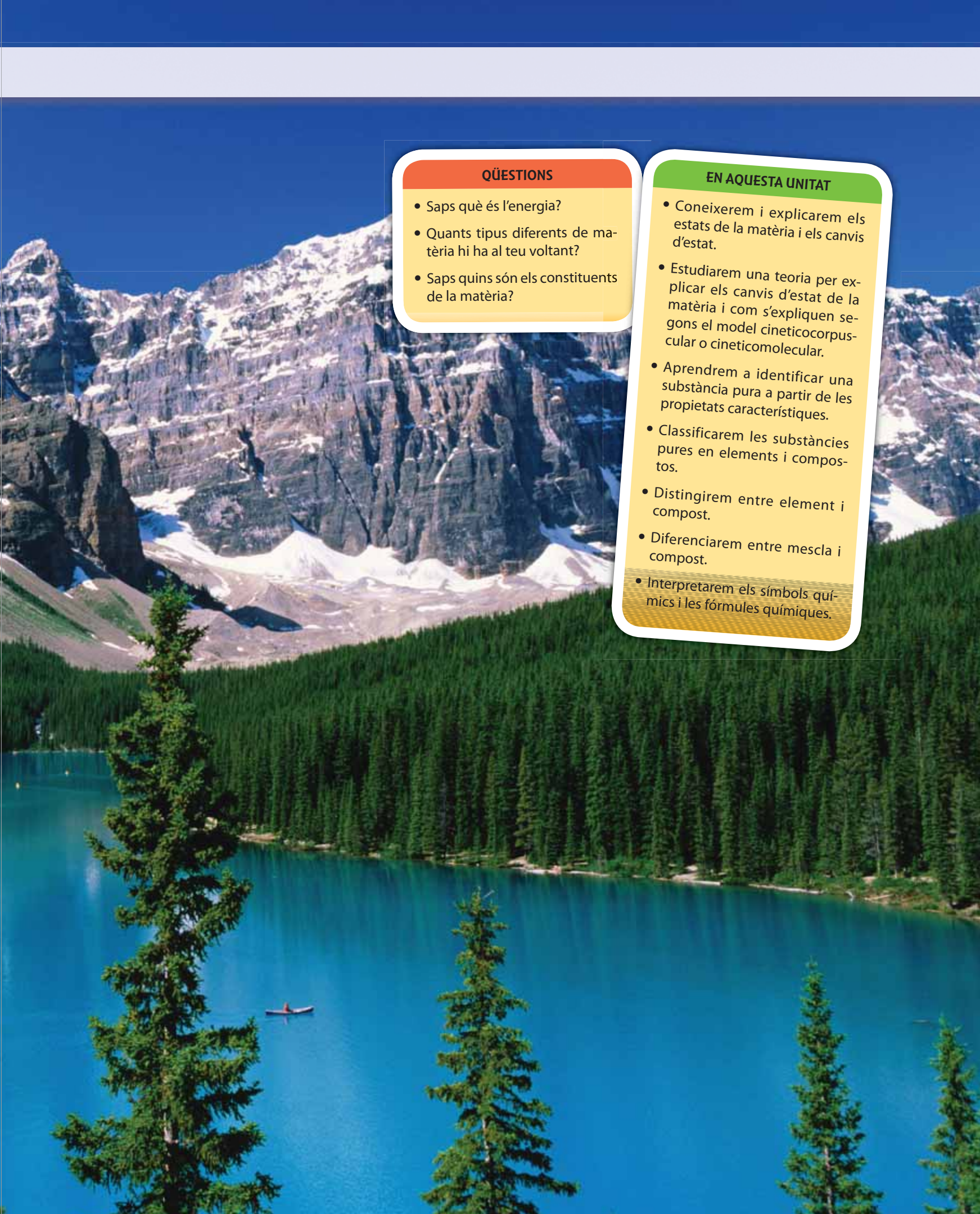
- 1. Estats de la matèria
- 2. Teoria cineticomolecular
- 3. Canvis d'estat
- 4. Substàncies pures
- 5. Propietats de la matèria
- 6. Elements i compostos
- 7. Les substàncies pures estan formades per partícules
- 8. Representació de substàncies pures

Matèria és tot allò que té massa i ocupa un volum. Així, nosaltres estem fets de matèria, l'aire que ens envolta, els habitatges on vivim, les roques, els éssers vius. La varietat de substàncies que hi ha a l'Univers és immensa. Les ments curioses des de ben antic n'han estudiat les propietats.

Pots imaginar-te un lloc on no hi hagi matèria?

Què hi ha de comú en tota aquesta diversitat de matèria i per què hi ha substàncies tan diferents és una qüestió de resposta complexa.

L'estudi de la matèria, els estats en què es troba i un intent de classificació és el que s'intentarà abordar en aquest tema, com molts científics han fet al llarg de la història.



QÜESTIONS

- Saps què és l'energia?
- Quants tipus diferents de matèria hi ha al teu voltant?
- Saps quins són els constituents de la matèria?

EN AQUESTA UNITAT

- Coneixerem i explicarem els estats de la matèria i els canvis d'estat.
- Estudiarem una teoria per explicar els canvis d'estat de la matèria i com s'expliquen segons el model cineticocorpuscular o cineticomolecular.
- Aprendrem a identificar una substància pura a partir de les propietats característiques.
- Classificarem les substàncies pures en elements i compostos.
- Distingirem entre element i compost.
- Diferenciarem entre mescla i compost.
- Interpretarem els símbols químics i les fórmules químiques.

1. Estats de la matèria

La matèria es pot presentar en diferents estats: sòlid, líquid, gasós i plasma. L'estat en què la matèria es presenta depèn de la pressió i la temperatura. Per exemple, l'aigua està en estat sòlid per sota de 0 °C; en estat líquid, entre 0 i 100 °C; i en estat gasós, per sobre de 100 °C. Aquestes temperatures de canvi d'estat són vàlides sempre que la pressió sigui d'una atmosfera. La major part de la matèria pot adoptar qualsevol dels tres estats si es troba en les condicions de pressió i temperatura adequades. Així, tota la matèria que es presenta en un estat determinat presenta unes característiques comunes.

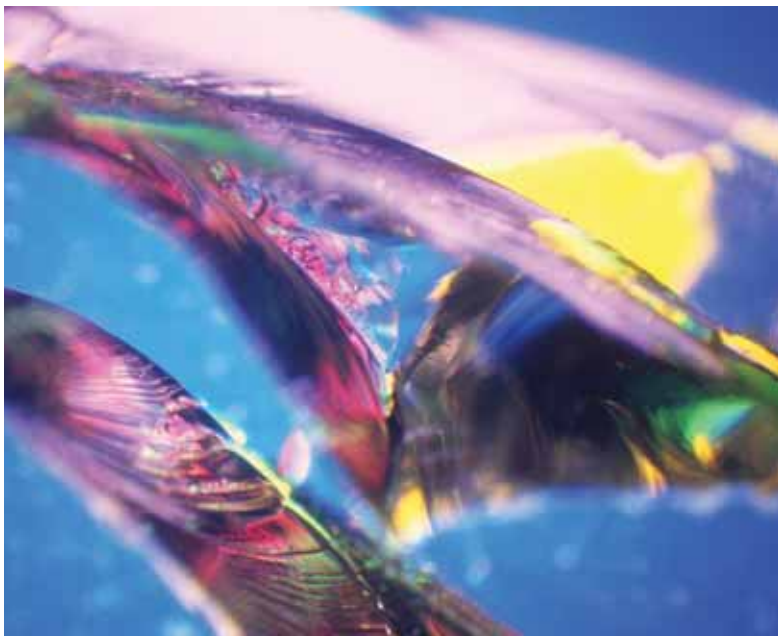


Fig. 1: La matèria sòlida té forma definida però pot sofrir modificacions, com per exemple quan es trenca un objecte de cristall.



Fig. 2: Una de les característiques dels líquids, com ara l'aigua, és que tenen tensió superficial, de forma que la superfície presenta resistència als objectes que intenten travessar-la.

1.1 Sòlids

La matèria en estat sòlid presenta les característiques següents:

- Té massa.
- Té forma pròpia.
- És difícilment compressible. D'aquesta manera el volum que la matèria sòlida ocupa a una determinada temperatura és pràcticament constant.
- El valor de la densitat és molt pròxim al dels líquids.
- Es dilata en escalfar-la.

Algunes propietats específiques dels sòlids són l'**elasticitat** o capacitat de recuperar la forma original després de ser deformat; la **fragilitat** o possibilitat de trencar-se en trossos, i la **duresa** o capacitat de ratllar altres sòlids.

1.2 Líquids

La matèria en estat líquid presenta les característiques següents:

- Té massa.
- No té forma pròpia. S'adapta a la forma del recipient que la conté.
- És molt difícil de comprimir.
- Es dilata amb la calor.

Algunes propietats específiques dels líquids són la **tensió superficial** o comportament de la capa superficial d'un líquid com una pel·lícula elàstica; la **capil·laritat** o fenomen pel qual el líquid puja dins d'un tub molt prim, i la **viscositat** o dificultat per fluir.



Fig. 3: El plasma es fa servir per fer eines de tall a causa de la seva elevada temperatura.



Fig. 4: Les nebuloses de l'espai estan formades fonamentalment per una barreja de gas i plasma.

1.3 Gasos

La matèria quan es troba en estat gasós:

- Té massa.
- Ocupa tot el recipient que la conté.
- Es dilata amb la calor.
- Es comprimeix fàcilment, és a dir, disminueix notablement el volum quan s'exerceix pressió.
- Es difon. Dues matèries gasoses que es posin en contacte acaben mesclant-se sense necessitat d'agitació.

Sabies que...

La temperatura de l'exterior del Sol és de 6.000 °C. A l'interior del Sol, on es calcula que les temperatures poden arribar als 15 milions de °C, la matèria que el compon es troba en estat de plasma. Les seves propietats són similars a les d'un gas molt dens.

1.4 Plasma

Tot i que és l'estat més abundant en què es presenta la matèria a l'Univers, ens és el més desconegut, ja que no el trobem al nostre entorn immediat. Aquest estat s'assoleix en condicions molt extremes de temperatures elevadíssimes, com les que hi ha a l'interior dels estels. La matèria en estat de plasma es comporta com un fluid de viscositat baixa.

De vegades es troba matèria difícil de classificar en algun d'aquests grups. Així la plastilina és un sòlid que pot adoptar la forma del recipient i el vidre és un líquid súper viscos. Els líquids i els gasos es consideren **fluids** perquè poden lliscar per un conducte o escapar-se per un petit forat.

Sabies que...

La matèria es pot presentar en estats diferents segons les condicions de pressió i temperatura en què es trobi. L'aigua pot trobar-se en estat sòlid a 20 °C si la pressió és de 900 megapascals (MPa).

activitats proposades

1. Esmenta un sòlid, un líquid i un gas que es trobin al teu cos.

2. Digues quina de les substàncies següents es dilata més: l'alumini, l'aigua, l'aire. Per què?



Sabies que...

La temperatura més baixa que hi pot haver s'anomena zero absolut i és de $-273,14\text{ }^{\circ}\text{C}$. A aquesta temperatura, les partícules estan quietes.



Fig. 5: L'or és una substància sòlida amb unes propietats molt determinades, com la lluisor característica i un pes i una densitat elevats.



Fig. 6: Els canvis d'estat de la matèria es poden explicar mitjançant la teoria cinetico-molecular

2. Teoria cinetico-molecular

Les característiques i les propietats de la matèria segons l'estat en què es troben es poden explicar i entendre si ens imaginem un model de com està feta la matèria. Aquest model ha d'explicar el màxim de fets experimentals possibles, com ara: per què els gasos ocupen tot el volum del recipient i els sòlids i els líquids no? El model també ha de permetre la predicció de situacions hipotètiques, com, per exemple, predir què passarà si s'augmenta la pressió sobre un sòlid o un líquid fins a condicions que no són realitzables experimentalment.

2.1 Model per explicar les característiques de la matèria

La **teoria cinetico-molecular**, o **cineticocorpuscular**, imagina la matèria discontinua, formada per **partícules** que estan movent-se contínuament. Entre aquestes partícules hi ha el no-res.

La percepció de la matèria s'obté a través dels sentits i aquests no sembla que indiquin que un tros d'or està format per partícules entre les quals es troba el buit. Per arribar a aquesta conclusió els científics han realitzat experiments com ara bombardejar amb partícules molt petites una làmina prima d'or. Sorprenentment, la gran majoria d'aquestes partícules-bala travessa la làmina perquè no topa amb cap partícula; així es confirma que la matèria està pràcticament buida, fins i tot els metalls consistents com l'or!

- La mida de les partícules és extremadament **petita**, quasi impossible d'imaginar. Si s'hagués de comptar el nombre de partícules d'or que hi ha en un gram d'or i es pogués comptar un milió de partícules cada segon es trigaria la increïble quantitat de 97 milions d'anys a acabar el recompte. Això sempre que no s'aturés el recompte ni per dormir. Si aquesta quantitat tan immensa de partícules està continguda en un gram d'or, la mida d'aquestes ha de ser extremadament petita.
- Les partícules que constitueixen la matèria estan en **moviment continu**. La velocitat a què es mouen depèn directament de la temperatura. Com més gran és la temperatura més gran és la velocitat a què es mouen.
- Entre aquestes partícules hi ha **forces d'atracció**. La força d'atracció pot variar molt segons la substància. Aquestes forces mantenen la matèria unida.

2.2 Propietats dels diferents estats de la matèria

Les propietats dels diferents estats de la matèria es poden explicar amb la teoria cinètica.

Les partícules de la matèria en **estat sòlid** es mouen vibrant, però no es desplacen. És per això que els sòlids no flueixen. Aquestes partícules es troben en contacte i és per això que no es poden comprimir. Les forces d'atracció entre les partícules són més fortes que en l'estat líquid o en l'estat gasós.

Les partícules de la matèria en **estat líquid** es mouen contínuament i es desplacen les unes sobre les altres i permeten que els líquids flueixin. Les forces d'atracció són intermèdies entre les forces d'interacció dels gasos i els sòlids. Les partícules es troben en contacte i no es poden acostar més.

Les partícules de la matèria en **estat gasós** es mouen en totes direccions, de manera que poden xocar entre elles i amb les parets del recipient que conté la matèria gasosa. És per això que els gasos es poden escapar dels recipients oberts i no tenen forma ni volum propis. Les forces d'atracció són pràcticament inexistents. La distància entre les partícules és molt gran comparada amb l'estat sòlid i l'estat líquid i no es troben en contacte. Si comprimim un gas aquestes partícules s'apropen i el seu volum disminueix.

2.3 Els models expliquen els fets experimentals

Un model ha de poder explicar diferents situacions o fets i ha de poder predir comportaments en determinades circumstàncies. De la mateixa manera, el model cinètic ens permet explicar les qüestions següents:

- Per què els gasos ocupen tot el volum del recipient i els sòlids i els líquids no?

Perquè les partícules dels gasos es mouen de manera independent i a l'atzar en totes direccions, sense cap força d'interacció entre elles, es desplacen per tot el recipient i xoquen amb les parets. Els gasos ocupen tot el volum del recipient que els conté perquè tenen la propietat de l'expansibilitat. Que un gas s'expandeixi vol dir que tendeix a ocupar sempre el volum màxim que té disponible.

- Per què els gasos s'acaben escapant del recipient si aquest és obert?

A causa del moviment en totes direccions que presenten les partícules dels gasos i a l'absència de forces d'atracció entre elles.

- Què passarà si augmento la pressió sobre un sòlid o un líquid?

Que el seu volum no es modificarà apreciablement, ja que les partícules es troben en contacte i la distància entre elles no pot disminuir; per tant, són difícilment compressibles, encara que estiguin sotmesos a grans pressions.

El model cinètic explica els estats de la matèria, però no pot explicar les reaccions químiques en què canvien profundament les substàncies que hi intervenen. 🚫

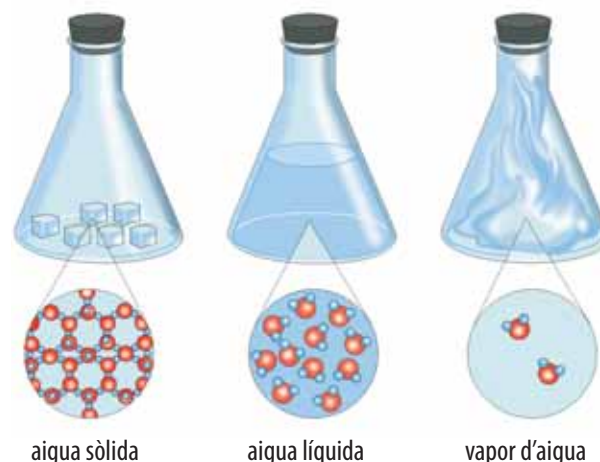


Fig. 7: La teoria cineticomolecular explica les diferències entre els estats de la matèria a partir de les forces que s'estableixen entre les partícules que la constitueixen.



Fig. 8: Una característica dels líquids és la capacitat de fluir i adaptar-se als recipients o al terreny.

activitats proposades

- 3.** Omple cada columna del quadre amb els termes següents: gran, petita, intermèdia.

Estats de la matèria	Compressibilitat	Força d'atracció entre partícules	Velocitat de les partícules
Sòlid			
Líquid			
Gasós			

- 4.** Com explicaries, amb la teoria cinètica, que els sòlids es dilaten?
- 5.** Prediu ajudant-te del model cineticomolecular què passaria si es comprimís un gas. Es podria comprimir indefinidament?
- 6.** Per què l'aroma d'un perfum arriba tot i que es trobi lluny?



Sabies que...

Algunes substàncies que sublimen són la naftalina, la càmfora i el que anomenem gel sec, que no és més que el diòxid de carboni en estat sòlid.

3. Canvis d'estat

Ja s'ha comentat que la matèria es troba en un estat o en un altre segons les condicions de pressió, volum i temperatura a què està sotmesa. Canviant aquestes condicions es produeixen els canvis d'estat. Els canvis d'estat tenen lloc contínuament al nostre voltant. L'aigua de mar s'evapora, és a dir, passa de l'estat líquid a l'estat gasós; l'aigua per fer glaçons es congela al frigorífic, i la roca sòlida es torna líquida a dins dels volcans. Tots tres són exemples de canvis d'estat.

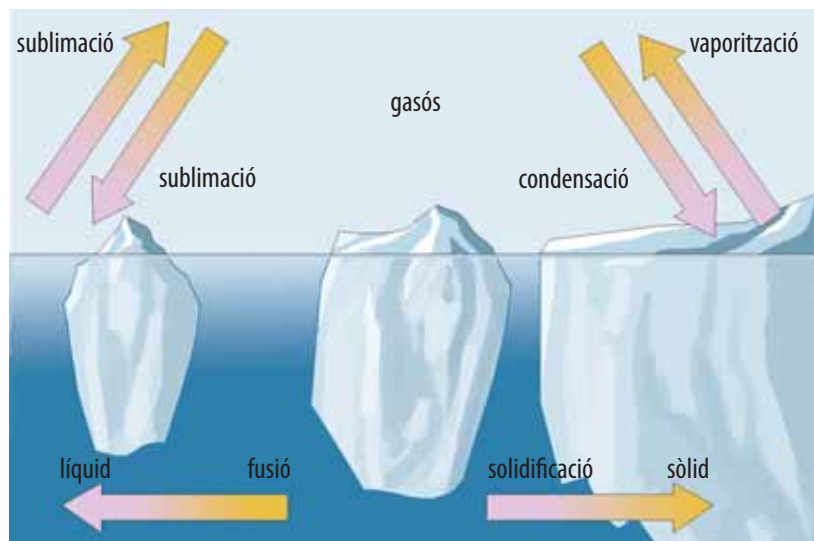


Fig. 9: L'aigua és una matèria que es pot trobar en els tres estats, en condicions de temperatura i de pressió diverses, en el nostre entorn immediat.



Fig. 10: Quan una substància líquida entra en contacte amb una substància sòlida a baixa temperatura, aquesta pot perdre energia i passar a estat líquid.

Els canvis d'estat són **reversibles**, és a dir, es pot tornar a les condicions inicials. Així, l'aigua evaporada pot tornar a l'estat líquid i incorporar-se al cicle de l'aigua, els glaçons es desfan i l'aigua es torna líquida i la lava es torna sòlida quan es posa en contacte amb l'exterior del volcà, on la temperatura és molt inferior i la pressió és l'atmosfèrica.

Com es pot provocar un canvi d'estat?

Una manera d'aconseguir o provocar un canvi d'estat és aportant o eliminant energia en forma de calor. Si **s'aporta energia** en forma de calor, és a dir, **s'escalfa** suficientment per arribar a la temperatura necessària, es produeixen els canvis d'estats següents, anomenats **progressius**:

FUSIÓ	sòlid	→	líquid
VAPORITZACIÓ (EBULLICIÓ O EVAPORACIÓ)	líquid	→	gas
SUBLIMACIÓ	sòlid	→	gas

El canvi d'estat líquid a estat gasós es pot produir de dues maneres: **ebullició** i **evaporació**. Tot i que els dos processos són canvis d'estat de líquid a gas, l'ebullició es produeix sempre a la mateixa temperatura per a cada substància i en tot el volum del líquid. L'evaporació es produeix a qualsevol temperatura i només en la superfície del líquid. Així l'aigua bull a 100 °C però s'evapora per la seva superfície a qualsevol temperatura.

Si **s'elimina energia**, és a dir, es **refreda** suficientment, es poden produir els canvis d'estat denominats **regressius**:

SOLIDIFICACIÓ	líquid	→	sòlid
LIQUACIÓ o CONDENSACIÓ	gas	→	líquid
SUBLIMACIÓ	gas	→	sòlid

Mentre es produeix un canvi d'estat la temperatura no varia.

El valor de la temperatura de canvi d'estat d'una substància és el mateix tant si el canvi és en un sentit com en el contrari. Així, **la temperatura de fusió i la temperatura de solidificació coincideixen**.

En el cas de l'aigua tant la temperatura de fusió com la de solidificació tenen un valor de 0 °C. Quan s'està produint el canvi d'estat conviuen gel i aigua a una temperatura de 0 °C. Aquest valor de la temperatura no es modificarà mentre quedi aigua per congelar en el cas de la solidificació o gel per fondre en la fusió.

També coincideixen la temperatura del pas d'estat líquid a estat gasós (ebullició) amb la del canvi de l'estat gasós a l'estat líquid (liquació). Així l'aigua bull a 100 °C i també condensa a 100 °C. La transició entre l'estat líquid i l'estat gasós es produeix a temperatura constant, és a dir, mentre dura el canvi d'estat aquesta temperatura no varia.

Els canvis d'estat també es poden produir o aconseguir modificant altres variables, com la pressió o el volum. Substàncies gasoses en condicions ambientals com el butà es troben en estat líquid dins de les bombones. Així ho indica el soroll que se sent en agitar-les. La temperatura del gas butà dins de la bombona és molt inferior a la temperatura d'ebullició (−0,5 °C) que seria la temperatura més elevada a la qual es pot trobar el gas en estat líquid. El butà es troba en estat líquid a l'interior a causa de la pressió a què està sotmès. 📺



Fig. 11: La fusió és el pas d'estat sòlid a estat líquid; per aconseguir-ho s'ha de transferir energia al cos.

3.1 La teoria cinètica explica els canvis d'estat

La interpretació dels canvis d'estat que pot sofrir la matèria en estat sòlid fins a arribar a l'estat gasós és:

- **Fusió:** la matèria en estat sòlid es compon de partícules que vibren i es mantenen unides per forces d'atracció. Quan augmenta la temperatura augmenta la vibració de les partícules. La temperatura continua augmentant i les partícules cada vegada vibren més àmpliament fins que les forces d'atracció són superades; així, unes poden desplaçar-se sobre les altres, és a dir, la matèria ha passat a estat líquid.
- **Ebullició:** si el líquid obtingut es continua escalfant i, per tant, la temperatura del líquid augmenta, les partícules augmenten la seva velocitat fins a arribar a la temperatura d'ebullició. En aquest punt les forces entre les partícules del líquid no són suficients per mantenir-les unides i es poden desplaçar lliurement en totes direccions. Aquest és el pas a l'estat gasós. L'energia que se subministra en forma de calor mentre dura el canvi d'estat no s'utilitza en augmentar la temperatura sinó en trencar aquestes forces entre les partícules del líquid. És per això que mentre queden molècules en estat líquid la temperatura no augmenta, ja que l'energia que es va proporcionant en forma de calor s'inverteix a eliminar les forces d'interacció entre les molècules líquides que resten. 📺

Substància	Temperatura fusió °C	Temperatura ebullició °C
Nitrogen	−210	−196
Oxigen	−218	−183
Aigua	0	100
Etanol	−114,4	78,4
Mercuri	−38,9	357
Alumini	660	2.060
Coure	1.083	2.595
Ferro	1.539	2.740
Diòxid de carboni	−78,5 (no fon ni bull, directament sublima)	
Butà	−135	
Propà	−187	−45
Diamant	3.727	4.830
Sal de cuina	800,85	1464,85

○ Quan una substància no canvia la temperatura mentre canvia d'estat s'anomena **substància pura**.

activitats proposades

7. En quin estat es troben el nitrogen, l'aigua i el propà a 20 °C? I a 0 °C?
8. Entre quines temperatures es troba el butà en estat líquid?

9. Quina de les substàncies de la taula superior fon a major temperatura?
10. Explica el pas de gas a líquid i de líquid a sòlid segons la teoria cinètica.



Fig. 12: Els diamants són substàncies homogènies, formades exclusivament per carboni i que es presenten en forma de cristall en la natura.

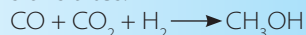


S'anomenen **substàncies pures** aquelles substàncies que no varien de temperatura mentre dura un canvi d'estat.



Sabies que...

L'etanol és l'alcohol que s'obté de la fermentació del raïm i altres fruits i forma part de les begudes alcohòliques. El metanol és el que anomenem alcohol de cremar. És tòxic. Antigament s'obtenia per destil·lació seca de la fusta. En l'actualitat tot el metanol produït mundialment se sintetitza mitjançant un procés catalític a partir de monòxid de carboni i hidrogen. Aquesta reacció es fa a temperatures i pressions altes.



4. Substàncies pures

Una porció de matèria es pot observar a simple vista o amb un microscopi òptic i distingir si és una matèria d'aspecte uniforme (**matèria homogènia**) o una matèria d'aspecte no uniforme (**matèria heterogènia**). La matèria heterogènia presenta aspecte diferent segons el punt que s'observi.

Exemples de matèria homogènia són l'aire, l'aigua, i l'or i els diamants trobats a les mines. Exemples de matèria heterogènia són les roques com el granit, els éssers vius i la terra.

És fàcil de veure que la matèria heterogènia està formada per més d'un tipus de substància i, tot i que no sigui fàcil, aquesta es pot separar en les diferents substàncies que la formen amb mètodes físics.

De la matèria homogènia, és més difícil saber perquè té un aspecte uniforme, si perquè està formada per una única substància o perquè es tracta d'una mescla de diferents substàncies.

Com es pot saber si un got amb aigua és només aigua o una mescla d'aigua i sal? El gust donaria la clau de si el got conté només aigua o també conté sal. Hi ha, però, moltes substàncies que no es poden tastar o no tenen gust. De fet, al laboratori NO se n'ha de tastar cap.

Una propietat que resol el dubte de si hi ha una o més substàncies en una mostra és la **temperatura de canvi d'estat**, com s'ha comentat en l'apartat anterior.

Quan una única substància canvia d'estat la temperatura no canvia mentre dura el procés. És per això que, mentre el gel es fon, la temperatura no puja per sobre de 0 °C mentre quedi gel per fondre. També la temperatura de l'aigua no puja de 100 °C mentre està passant a estat gasós, és a dir, bullint.

El dubte del contingut del got es podria resoldre experimentalment escalfant el líquid fins que bulli i observant la temperatura durant el procés:

- Si la temperatura augmenta mentre s'escalfa el líquid i quan arriba a 100 °C comença a bullir i el valor de la temperatura no es modifica durant tota l'ebullició, el got conté una única substància pura: aigua.
- Si la temperatura puja a mesura que s'escalfa el líquid i continua pujant mentre el líquid va canviant d'estat, el got conté una mescla. És a dir, es tracta d'aigua amb sal.



Fig. 13: La matèria viva presenta una gran complexitat organitzativa; és un bon exemple de matèria heterogènia.

L'aigua és una matèria d'aspecte homogeni i és una substància pura. L'aigua amb sal és una matèria d'aspecte homogeni i no és una substància pura. És una mescla de dues substàncies pures: aigua i sal. 📄



activitats proposades

- 11.** Com es podria distingir un got amb etanol d'un got amb etanol i metanol?

5. Propietats de la matèria

La matèria, tant homogènia com heterogènia, ha estat objecte d'estudi. De la matèria s'han estudiat diferents propietats. Algunes propietats, com ara la massa i el volum, no ens ajuden a identificar de quina matèria es tracta. Aquestes propietats s'anomenen **propietats generals**.

Les propietats generals són les que no permeten identificar ni distingir unes substàncies de les altres. En són exemples la massa, el volum, la temperatura i la pressió. Conèixer una propietat general d'una substància ens dóna informació però no ens ajuda a identificar-la.

Imagina una matèria oculta. Ara s'ha d'esbrinar de quina es tracta. Com a pista es coneix que té un volum de 2 litres i una temperatura de 20 °C. Amb aquesta informació es podria tractar de qualsevol substància. Si en aquest cas s'ha de distingir un got d'aigua amb sal d'un got amb aigua, conèixer la temperatura a què es troba el líquid o la massa del contingut del got no ajuda a distingir-los.

Altres propietats, pel contrari, sí que permeten identificar i distingir les substàncies, perquè són propietats característiques de les substàncies que les posseeixen. Un exemple seria la temperatura de canvi d'estat.

Les **propietats característiques** són les que permeten identificar i distingir les substàncies pures d'unes altres. En són exemples la temperatura de canvi d'estat, el color, l'olor i el sabor, la duresa, la tenacitat, el magnetisme, la conductivitat, la densitat, la solubilitat i la mal·leabilitat. No seria possible un diamant que es ratllés amb l'ungla, o sal de cuina de color verd o un ferro que no conduís el corrent.



Fig. 14: La lava és una substància que presenta una elevada viscositat.



Les substàncies pures són aquelles que no modifiquen la temperatura mentre canvien d'estat. Tenen unes propietats característiques que les identifiquen.

Magnetisme	Capacitat dels materials de ser atrets pels imants.
Duresa	Grau de resistència d'una substància a ser ratllada per una altra.
Tenacitat	Resistència dels sòlids a ser trencats.
Conductivitat	Capacitat de conduir l'electricitat i la calor.
Solubilitat	Quantitat d'una substància que es pot dissoldre en una certa quantitat d'un dissolvent a una temperatura determinada.
Viscositat	Resistència que ofereix una substància a fluir.
Mal·leabilitat	Capacitat de ser transformat en làmines sense que es trenqui.
Fragilitat	Facilitat d'una substància per trencar-se quan s'hi exerceix una força.
Densitat	Relació entre la massa i el volum.
Olor i color	Impressions produïdes sobre els òrgans dels sentits de la vista i l'olfacte.



Fig. 15: El coure és un metall amb una gran capacitat de conducció elèctrica, per la qual cosa es fa servir per produir cables.





Fig. 16: La temperatura de canvi d'estat és una propietat característica. Així, el nitrogen líquid s'evapora a temperatura ambient.



Fig. 17: Els metalls presenten una elevada ductilitat, la qual cosa es pot aprofitar per fer làmines molt primes.

El ferro és una substància pura i com a tal té unes propietats característiques que l'identifiquen. El ferro passa a estat líquid a una temperatura de 1.539°C , que es manté constant mentre el ferro fon. És un metall magnètic, dur i tenaç, de color fosc i que s'oxida amb facilitat. Aquestes són algunes de les propietats del ferro. No es pot parlar de ferro si no té aquestes propietats. Un metall daurat, o que no sigui atret pels imants, o que no fongui a 1.539°C , no pot ser ferro.

Si afegim al ferro una quantitat adequada de carboni i un 13 % de manganès, obtindrem una mescla —o aliatge— més dura que el ferro. S'utilitzen aliatges de ferro amb altres substàncies pures per aconseguir les propietats adequades.

La major part de la matèria que ens envolta són **mescles**, tot i que els components que formen les mescles són substàncies pures. A la naturalesa la major part de substàncies pures es troben barrejades entre elles i es poden separar per mètodes físics.

L'aire és una barreja de gasos tot i que durant molts anys es va pensar que era una substància pura. El 1977, el físic suís Raoul Pictet va aconseguir liquar l'oxigen i així separar un dels components de l'aire. 📄



activitats proposades

12. Si l'aigua amb sal és una mescla de dues substàncies pures, assenyala l'afirmació incorrecta:

- La temperatura no varia mentre la sal es fon.
- La temperatura no varia mentre l'aigua bull.
- La temperatura no varia mentre bull l'aigua amb sal.

13. Com comprovaries al laboratori si un líquid incolor es tracta d'una substància pura o d'una mescla de substàncies?

14. Busca quins són els components de la mescla anomenada bronze. Les propietats d'aquests aliatges són diferents de les dels components?

6. Elements i compostos

Es podria considerar l'Univers com una mescla heterogènia d'infinat de substàncies pures. Aquestes es poden classificar en dos tipus diferents, elements i compostos, segons com reaccionen davant de condicions extremes.

Les reaccions possibles d'una substància pura sotmesa a condicions extremes són diferents:

- La substància pura que en determinades condicions es descompon en més d'una substància pura es denomina **compost**.

Les noves substàncies pures obtingudes són més senzilles i tenen propietats característiques diferents de les propietats característiques de la substància original. En aquest cas l'aigua és un compost, perquè si es passa corrent elèctric per l'aigua s'obtenen dues substàncies pures diferents: aquest fenomen s'anomena **electròlisi**. Totes dues substàncies són incolores i gasoses, però amb característiques diferents, com la densitat o la temperatura de canvi d'estat. Un altre compost és el component majoritari del marbre. Si s'escalfa a temperatures molt elevades s'obtenen dues substàncies, un òxid en estat sòlid i un gas més dens que l'aire.

- La substància pura que no es descompon, tot i que se sotmeti a condicions extremes, es denomina **element**. L'oxigen (i no l'aire) és un element, ja que no es descompon en més substàncies pures.

La quantitat de substàncies pures és enorme, ja que la diversitat de matèries a l'Univers i a la Terra és molt gran. La quantitat de compostos i elements no és equilibrada. El nombre d'elements és limitat: actualment es coneixen 111 elements. El nombre de compostos és enorme i es continuen descobrint i creant compostos nous.



Fig. 18: Els compostos químics són molt més abundants que els elements.



Fig. 19: El bismut és un element del grup dels metalls.

6.1 Compostos

Els compostos són substàncies pures que es descomponen en altres substàncies pures més senzilles mitjançant l'aplicació de certes condicions, com temperatures molt altes o el pas de corrent elèctric. El procés és un **canvi químic**.

Les substàncies pures que s'obtenen a partir d'un compost són diferents del compost de partida

Un exemple és la sal de cuina o sal comuna. La sal de cuina és un compost d'ús quotidià del qual coneixem algunes propietats: és de color blanc, soluble en aigua, no tòxic en quantitats moderades, relativament fràgil, no magnètic i de gust salat. Altres propietats són la temperatura de fusió, que és de 800,85 °C, i la temperatura d'ebullició, de 1.464,85 °C.

Si la sal de cuina en estat líquid, és a dir, per sobre de 800,85 °C, se sotmet al pas de corrent elèctric, s'obtenen dues substàncies pures, els elements que formen part de la sal de cuina, i la sal desapareix. Les propietats característiques d'aquests elements són radicalment diferents:

- Un d'ells té una llusor metàl·lica. És un sòlid relativament tou que reacciona violentament amb l'aigua. Aquest element s'anomena sodi.
- L'altra substància pura obtinguda és un gas de color groguenc que és irritant per a les mucoses, els ulls i les vies respiratòries. Aquest element s'anomena clor.



Fig. 20: El sodi és un metall que reacciona violentament quan es posa en contacte amb l'aigua.



Fig. 21: El clor és un element gasós de color verd i molt corrosiu per la qual cosa s'ha de manipular amb molt de compte.



Sabies que...

És molt freqüent confondre el sentit químic de pur amb el sentit col·loquial. L'aigua transparent i cristal·lina d'un rierol no és pura perquè conté sals dissoltes. Tampoc l'aigua embotellada no ho és, ja que a l'etiqueta ens indica les sals saludables i dissoltes que conté. Sí que seria pura l'aigua destil·lada (si no té oxigen dissolt). Ni l'aire de l'alta muntanya no és pur, ja que en el sentit químic es tracta d'una mescla de diferents gasos.



Amb canvis físics —evaporacions, filtracions...— es podrien separar els components d'una mescla. Per obtenir les substàncies pures que formen un compost, s'ha de produir un canvi químic.

Els compostos estan formats per elements

No sempre un compost es descompon directament en els elements que el formen. El compost carbonat de calci pot semblar menys familiar que la sal de cuina, però no és així, ja que és el compost que forma majoritàriament la roca calcària i el marbre. Si el carbonat de calci se sotmet a temperatures elevadíssimes s'obtenen dues substàncies pures: un compost sòlid blanc i un compost en estat gasós més dens que l'aire.

Aquestes dues substàncies són compostos perquè:

- Del sòlid blanc s'obtenen dos elements coneguts: calci i oxigen.
- Del gas dens s'obtenen dos elements també força coneguts: carboni i oxigen.

En resum, el compost inicial (carbonat de calci) està format per tres elements: calci, oxigen i carboni. En últim terme, els compostos estan formats per elements.

Exemples de compostos coneguts serien el guix, la pissarra, el rovell del ferro, l'hemoglobina, l'aigua, la glucosa...

Un compost té una proporció fixa i invariable d'elements

En un compost la proporció de cada element és fixa. Per això, l'aigua és un compost format per oxigen i hidrogen i en una proporció de 8:1. Si es descompon aigua en hidrogen i oxigen la massa d'oxigen obtinguda és sempre vuit vegades la d'hidrogen. També si es forma aigua a partir d'hidrogen i oxigen sempre s'utilitzarà una massa vuit vegades superior d'oxigen que d'hidrogen.

Si es modifica aquesta proporció a 16:1, el compost de què parlem és l'aigua oxigenada, amb unes propietats ben diferents de l'aigua. Les lesions produïdes per la ingestió o el contacte amb aigua oxigenada pura amb la pell són molt greus.

Ni el compost aigua ni tampoc el compost aigua oxigenada no tenen propietats semblants als elements que els formen.

Un compost no és una mescla d'elements

Una mescla dels elements oxigen i hidrogen tindria unes propietats semblants a les dels dos elements: seria gasosa, incolora i amb una densitat intermèdia entre la densitat de l'hidrogen i la de l'oxigen. Hidrogen i oxigen es podrien mesclar en qualsevol proporció. Els dos elements es podrien separar per mètodes físics.

Un compost format per oxigen i hidrogen, com l'aigua, té propietats radicalment diferents dels elements que el formen. Només es combinen en una proporció determinada. Per obtenir els elements que formen l'aigua no són suficients els mètodes físics. 📄

6.2 Elements

Els elements són substàncies pures que no es descomponen en altres substàncies pures més senzilles. Com a substàncies pures que són, cada element té unes propietats característiques definides que l'identifiquen i el diferencien de la resta.

El nombre d'elements coneguts és de 111. És un nombre no gaire elevat si es compara amb la gran quantitat de compostos que hi ha i si es té en compte que qualsevol matèria de l'Univers, la Terra o els éssers vius està formada en últim terme per alguns d'aquests 111 elements.

Pocs d'aquests elements es troben directament com a substàncies pures a la naturalesa. Alguns elements gasosos es troben mesclats de forma homogènia formant part de l'atmosfera. Aquests elements són el nitrogen, l'oxigen, l'heli i l'hidrogen.

Elements que es trobin lliures a la naturalesa en estat sòlid són el carboni, l'or, el sofre, la plata, el coure i el platí. La immensa majoria dels elements es troben formant part d'un compost.

L'oxigen es troba com a element formant part de l'aire, però també es troba formant el rovell del ferro, com a component del nostre cos i de l'aigua. Vol dir això que a partir del rovell de ferro o de l'aigua es pot obtenir oxigen? La resposta és sí.

L'abundància dels elements a la naturalesa

L'abundància dels elements a la naturalesa varia si es tracta de l'organisme humà, de la Terra o de l'Univers.

En els éssers vius el 99 % de la massa està formada per 6 dels 111 elements coneguts. Aquests elements majoritaris que componen la matèria viva són carboni, oxigen, hidrogen, nitrogen, calci i fòsfor.

A la Terra la distribució varia molt segons el punt del planeta que s'observa. A l'interior de la Terra l'element més abundant és el ferro. A l'escorça són majoritaris l'oxigen i el silici.

A l'Univers l'element que més abunda és l'hidrogen. Un únic element forma el 90 % de l'Univers. El segon element més abundant és l'heli, amb un 9 % d'abundància.

La majoria dels elements són metàl·lics en el seu estat d'element. És freqüent que alguns elements metàl·lics es trobin formant part de compostos que no tenen aspecte metàl·lic. Els noms d'alguns d'aquests elements metàl·lics són sodi, potassi, magnesi, calci.

Altres elements que és probable que es trobin a l'abast com a elements metàl·lics són el ferro, l'alumini, el níquel, el cobalt, el coure, el titani, l'or, la plata i el platí, entre d'altres.

En condicions estàndard, que seria una temperatura de 25 °C i una pressió d'una atmosfera, la majoria dels elements es troben en estat sòlid, 11 es troben en estat gasós i només 4 en estat líquid. 📖

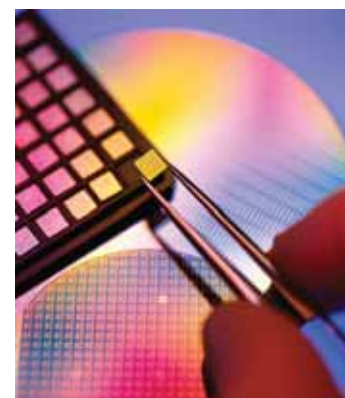


Fig. 22: El silici és un element que presenta propietats elèctriques especials, raó per la qual es fa servir en moltes activitats industrials i electròniques.

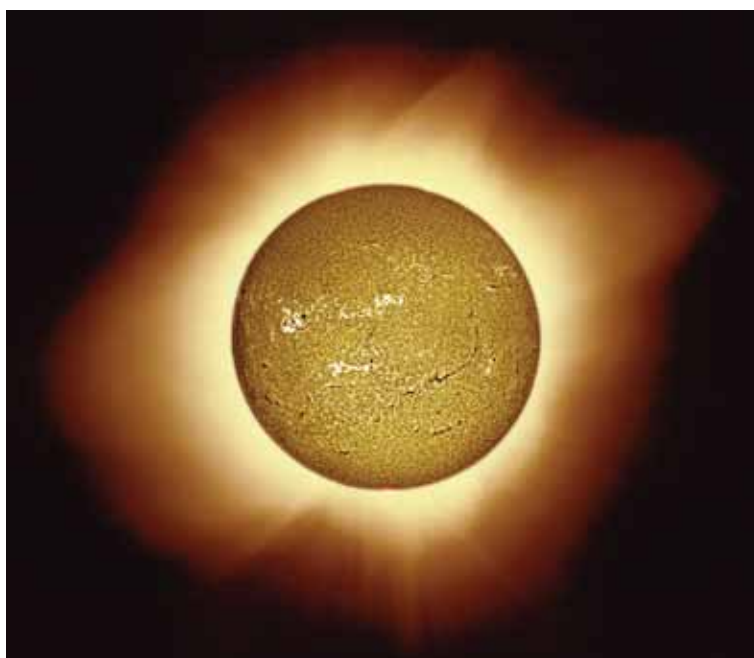


Fig. 23: El Sol fa servir hidrogen com a combustible per generar energia, una part de la qual ens arriba en forma de calor i de llum.

activitats proposades



15. Si escalfant una substància pura aquesta passa a estat líquid sense variar la temperatura, es pot afirmar que es tracta d'un element?

16. Digues quines de les substàncies pures següents són elements i quines compostos: marbre, aigua, oxigen, aire. Per què?

17. S'escalfa un tros de metall i aquest desapareix per formar-se un vapor lila:

Es pot afirmar que es tracta d'un compost?

18. Si es descompon un mineral anomenat, es pot obtenir ferro.



Qualsevol element està format per àtoms. L'àtom és la unitat mínima d'un element que conserva les característiques d'aquest element.



Sabies que...

S'ha descobert que d'un mateix element es poden identificar àtoms diferents. Aquesta diferència s'aprecia en la massa de l'àtom. Així, un tros d'or conté més d'un tipus d'àtom. Tots dos són àtoms d'or, però amb una diferència: la massa de cada tipus d'àtom.

7

Les substàncies pures estan formades per partícules

Un element com pot ser l'or, es pot dividir infinitament? En principi l'or sembla un metall consistent i amb un aspecte homogeni i continu. Però si es dividís l'or en dos fragments, s'obtingrien dos fragments d'or. Aquest procés de divisió es pot continuar imaginàriament fins a un tros increïblement petit que si es pogués dividir deixaria de ser or. Aquesta partícula minúscula d'or s'anomena àtom d'or. Cada element té el seu propi **àtom**.

Un compost es pot dividir infinitament? Alguns compostos es poden dividir imaginàriament fins a obtenir un fragment extraordinàriament petit que conserva les propietats del compost. Aquesta petitíssima unitat es denomina **molècula**. L'aigua es podria separar teòricament fins a obtenir una molècula d'aigua. Igual que d'un compost es poden obtenir els elements que el formen, una molècula està formada per una combinació dels àtoms dels elements que formen la molècula. Així, les molècules d'aigua estan formades per àtoms d'hidrogen i d'oxigen.

És contínua la matèria? Els nostres òrgans dels sentit sembla que indiquen que sí. Tocar un tros d'or o mirar un cristall de sal no indica l'existència de partícules.

Però els òrgans dels sentits no són infal·libles. Les lletres o les imatges d'un rètol publicitari semblen uniformes, però si s'observen de més a prop estan fetes per punts! De la mateixa manera un tros d'or o un cristall de sal de cuina estan formats per molts milions de petites unitats. La mida és tan petita que només alguns tipus especials de microscopis permeten veure-les.

Com a conclusió, es pot afirmar que la matèria està formada per unitats, tant si són àtoms com molècules. Al capdavant, com que les molècules estan formades per àtoms, tota la matèria està formada per àtoms. 🧪

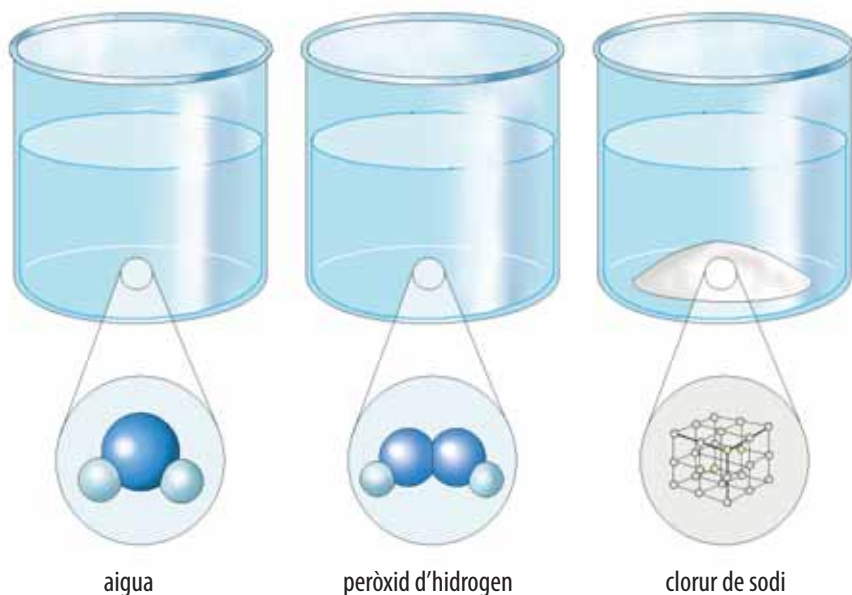


Fig. 24: L'aigua es presenta en forma de molècules diatòmiques. El peròxid d'hidrogen està format per molècules formades per dos àtoms d'hidrogen i dos àtoms d'oxigen. El clorur de sodi té una estructura en la qual un àtom de sodi o de clor està envoltat per àtoms de l'altre element.



activitats proposades

19. L'aire està fet per partícules? I l'aigua?
20. Tenint en compte que l'aigua és un compost, quants tipus de partícules es trobaran en l'aigua? Quantes d'elles es podrien considerar aigua?



Una **molècula** és la unitat mínima d'un compost que conserva les característiques d'aquest compost.

8

Representació de substàncies pures

8.1 Representació d'elements

Els elements es representen mitjançant símbols formats per una, dues o tres lletres, la primera de les quals sempre va en majúscules.

8.2 Representació de compostos

Els compostos es representen amb **fórmules**. La informació de quins àtoms componen una molècula és el resultat d'estudiar quins elements són els que formen el compost. Aquesta informació ha estat un procés de molts anys d'estudi i de comunicació entre els científics. Una simple fórmula química diu el resultat de tota aquesta investigació.

En una fórmula química, per exemple la de l'aigua oxigenada H_2O_2 , apareixen:

Lletres: són els símbols dels elements que formen el compost. En el cas de l'aigua oxigenada, són l'hidrogen (H) i l'oxigen (O). L'aigua oxigenada està formada per aquests dos elements.

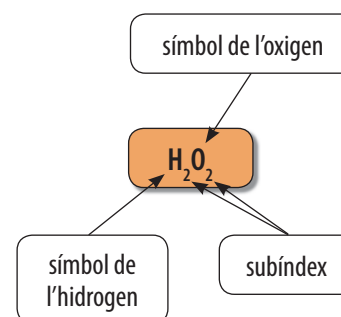
Subíndex: indiquen el nombre d'àtoms de l'element situat immediatament a l'esquerra presents en una molècula. Si un símbol no té subíndex a l'esquerra indica que hi ha un àtom d'aquest element present a la molècula.

Exemples:

- H_2O_2 : compost format pels elements H (hidrogen) i O (oxigen). Una molècula està formada per dos àtoms d'hidrogen i dos àtoms d'oxigen.
- H_2O : compost format pels elements H (hidrogen) i O (oxigen). Una molècula està formada per dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen.
- $NaCl$: compost format pels elements Na (sodi) i Cl (clor). La proporció és d'un àtom de sodi per cada àtom de clor.

La quantitat de compostos existents és immensa, al contrari del que passa amb els elements. Això comporta dificultats a l'hora d'anomenar compostos sense ambigüitats. El mètode per anomenar els compostos i conèixer les fórmules és la **formulació i nomenclatura química**. És un llenguatge que utilitza normes i regles per poder anomenar la infinitat de compostos que hi ha. 🚫

Element	Símbol	Element	Símbol
Alumini	Al	Oxigen	O
Calci	Ca	Or	Au
Carboni	C	Plata	Ag
Clor	Cl	Platí	Pt
Cobalt	Co	Potassi	K
Coure	Cu	Silici	Si
Fòsfor	P	Sodi	Na
Heli	He	Titani	Ti
Hidrogen	H	Tungstè	W
Mercuri	Hg	Urani	U



activitats proposades

21. Escriu els símbols dels elements més abundants a la Terra, a l'atmosfera, als éssers vius i a l'Univers.
22. Quina informació podem obtenir de la fórmula CO_2 ?



Activitats finals

1. Indica una propietat que sigui comuna a la matèria en estat líquid i a la matèria en estat sòlid.
2. Indica una propietat que sigui comuna a la matèria en estat gasós i a la matèria en estat líquid.
3. Es disposa d'un quilogram d'un metall i no hi ha cap informació addicional. Aquesta informació és suficient per saber si es tracta d'alumini o de ferro?
4. La massa és una propietat general o característica?
5. Un escultor disposa d'una peça de metall amb un volum de 200 decímetres cúbics. La peça té una massa de 540 kg. L'escultor treballa amb ferro o amb alumini? La densitat del ferro és de 7.860 kg/m^3 i la de l'alumini de 2.700 kg/m^3 .
6. La densitat és una propietat general o característica?
7. Si es coneix que una substància té una massa de 2 kg, es pot saber de quina substància es tracta?
8. Si es coneix que una substància ocupa un volum de 2 litres, es pot saber de quina substància es tracta?
9. Si es coneix que una substància ocupa un volum de 2 litres i té una massa de 2 kg, es pot saber de quina substància es tracta?
10. Creus que és possible que el ferro es trobi en estat gasós?
11. Quina és la propietat dels líquids que permet que es facin bombolles de sabó?
12. Com s'augmentaria el volum d'un tros d'alumini?
13. Digues si són vertaderes o falses les afirmacions següents. Modifica les afirmacions falses perquè no ho siguin:
 - Quan escalfem un sòlid les seves partícules vibren més i ocupen més espai.
 - Les partícules dels gasos es mouen en la mateixa direcció.
 - Els gasos i els líquids ocupen tot l'espai disponible.
 - Els líquids i els gasos adopten la forma del recipient.
 - Les forces d'interacció entre els sòlids són les més febles.
14. Per què creus que la matèria en estat gasós exerceix pressió sobre les parets del recipient que el conté? Explica-ho utilitzant la teoria cineticomolecular.
15. Tria l'opció correcta entre les proposades:

La matèria gasosa es dilata (més/menys) que la matèria sòlida i que la matèria líquida. La teoria cinètica explica aquest comportament a partir de les forces d'atracció entre les partícules dels gasos que són més (fortes/febles) que entre les dels sòlids o els líquids. També és fàcilment (compressible/incompressible) si augmentem la pressió. La teoria (atòmica/cineticomolecular) explica aquests comportaments, ja que la (distància/atracció) entre les partícules disminueix fàcilment amb la pressió i les forces d'atracció (augmenten/desapareixen).
16. Explica les diferències que coneguis entre el compost anomenat butà amb fórmula C_4H_{10} i una mescla dels elements que el componen.
17. Quins són els elements que formen l'aigua oxigenada? I els que formen l'aigua? Es troben en la mateixa proporció en ambdós compostos?

- 18.** Quines similituds hi ha entre els compostos i les mescles?
- 19.** Si inflem un globus amb una bomba d'aire o amb el gas de la nostra respiració obtindrem resultats diferents?
- 20.** Assenyala les afirmacions correctes sobre les substàncies pures i corregeix les afirmacions incorrectes:
- Les substàncies pures no varien la temperatura mentre canvien d'estat.
 - Les substàncies pures augmenten la temperatura mentre canvien d'estat si se'ls aplica calor de manera constant.
 - Totes les substàncies pures canvien d'estat a la mateixa temperatura.
- 21.** Justifica perquè no canvia la temperatura mentre s'està produint el canvi d'estat d'una substància pura de gas a líquid i de líquid a gas, tot i que es continua escalfant.
- 22.** Quins són els elements que formen el carbonat de sodi?
- 23.** Quins elements abunden a l'atmosfera? I en els éssers vius? I a l'Univers?
- 24.** Si la majoria dels elements són metàl·lics, com és que la majoria de matèria que ens envolta no té aspecte metàl·lic?
- 25.** Si la temperatura de l'interior de la Terra se suposa que arriba a 5.000 °C, i està format majoritàriament per ferro, en quin estat s'hauria de trobar, segons la temperatura de canvi d'estat? Si es troba en estat líquid, quin pot ser el motiu?

[DIVULGACIÓ]

Pot comprimir-se l'aigua?

Segons el que s'ha explicat en aquesta unitat, els líquids són pràcticament incompressibles. Però, la resposta més simple a aquesta pregunta és que tot es pot comprimir.

És molt més fàcil comprimir matèria en estat gasós que en qualsevol altre estat. Això és perquè els gasos estan constituïts per molècules que estan molt separades les unes de les altres. A l'aire ordinari, per exemple, les seves molècules ocupen aproximadament una desena part del percentatge del volum total.

En comprimir un gas només hem d'empènyer les molècules perquè estiguin més a prop les unes de les altres en contra de la tendència expansiva del seu moviment a l'atzar, i comprimir part de l'espai buit entre les molècules. Això pot fer-se fàcilment amb esforç muscular humà. Quan s'infla un globus, per exemple, s'està comprimint aire.

En el cas dels líquids i els sòlids, els àtoms i les molècules que els componen pràcticament es toquen. Aquesta representa una resistència molt més forta a la compressió que la del moviment molecular d'un gas.

Suposem que s'aboca una quantitat d'aigua en un recipient rígid obert per dalt i s'ajusta un pistó impermeable a l'obertura de manera que toqui l'aigua. Si s'empeny el pistó cap avall tant com es pugui, es notarà que no es mou apreciablement. Per aquesta raó, normalment s'afirma que l'aigua és incompressible, que no pot ser comprimida en un volum més petit.

No és així. Es comprimeix l'aigua en empènyer el pistó, però no prou per mesurar-ho. Si la pressió es fa molt més gran que la que poden dur a terme els músculs humans, la disminució de volum de l'aigua o de qualsevol altre líquid o sòlid és prou gran per ser mesurada. Per exemple, si 100 litres d'aigua es comprimeixen amb una pressió igual al pes de 1.050 quilograms per centímetre quadrat, el volum s'encongirà fins a 96 litres. A mesura que la pressió augmenta més, el volum encara s'encongeix més.

Isaac Asimov. *100 preguntes sobre ciència*.

Des de quan l'aire no és una substància pura?

Fins a temps relativament moderns es considerava l'aire com una substància simple i homogènia.

Primer es va començar sospitant l'existència de diversos gasos, tots transparents però amb propietats diferents. Va ser al principi del segle XVIII que el químic flamenc Jan Baptista Van Helmont va sospitar que hi havia gasos diferents. Va començar estudiant el gas que es despenia en la fermentació dels sucres de fruites. Va descobrir que era una nova substància, que per nosaltres és el conegut diòxid de carboni CO_2 . Ja al segle XVIII el químic escocès Joseph Black va estudiar aquest mateix compost, el CO_2 , i va afirmar que era diferent de l'aire. Fins i tot, va demostrar que l'aire contenia CO_2 en petites proporcions. Deu anys més tard, Henry Cavendish va estudiar un altre gas inflamable i que no es trobava a l'atmosfera: l'hidrogen.

El primer a adonar-se que l'aire era una mescla de gasos va ser el químic francès Antoine-Laurent de Lavoisier. Va descobrir que una part de l'aire es combinava amb mercuri si se li proporcionava la calor necessària. Però només una cinquena part de l'aire reaccionava. Quatre cinques parts de l'aire romanien inalterades per molta calor que es proporcionés. Amb aquest gas que quedava no s'aconseguia fer cremar una espelma ni tampoc sobreviure un ratolí.

A partir d'aquesta experiència, Lavoisier va afirmar que l'aire estava format per dos gasos:

- Oxigen: era la porció d'aire que sostenia la vida.
- Nitrogen: primer el va anomenar *azoe*, que en grec significa «sense vida».

Els dos gasos, nitrogen i oxigen, havien estat descoberts feia uns deu anys.

Consulteu les pàgines 286-376 del llibre d'Isaac Asimov *Nueva guía de la ciencia*. Barcelona: Plaza & Janés Editores, 1999 (Biblioteca de Isaac Asimov, 23).

Corba d'escalfament de l'aigua

[EXPERIMENTA]

Introducció:

La corba d'escalfament d'una mostra es realitza mesurant la temperatura cada cert interval de temps mentre se li aplica una font de calor tan constant com es pugui. Amb la taula obtinguda de temperatura/temps es realitza una gràfica en què la temperatura se situa en l'eix vertical o de les y i el temps es representa en l'eix horitzontal o eix de les x.

Material:

- Termòmetre que mesuri un interval de temperatura comprès entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $110\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Vas de precipitats pyrex.
- Glaçons de gel d'aigua destil·lada.
- Font de calor: manta calefactora, bany de sorra o bec de Bunsen.
- Cronòmetre.

Procediment:

1) S'omple d'aigua destil·lada la glaçonera del congelador el dia anterior a la realització de la pràctica per tal de disposar de glaçons.



2) S'extreuen els glaçons, es col·loquen en un vas de precipitats i es mesura la temperatura.

3) Es comença a escalfar el vas de precipitats amb la font de calor i s'anota cada minut la temperatura.

4) Es continua igual fins que l'aigua bull durant una estona.

Resultats

1) Omple la taula temperatura/temps amb les dades de l'experiment.

Temperatura (K)	Temps (minuts)

2) Recorda que per passar de $^{\circ}\text{C}$ a K només has de sumar 273,15 a la temperatura indicada pel termòmetre en graus Celsius o centígrads.

3) Representa en una gràfica en paper mil·limetrat els valors de la taula anterior.

4) La temperatura es representa en l'eix vertical o d'ordenades i el temps en l'eix horitzontal o d'abscisses.

5) És molt important escollir els intervals de temps adequats per poder representar tota l'experiència.

6) Representa la gràfica en el paper mil·limetrat.

Qüestions

- Quins canvis d'estat s'observen?
- Són progressius o regressius?
- Què passa amb la temperatura mentre s'està produint el canvi d'estat?
- Què creus que són les petites bombolles que apareixen molt abans de l'ebullició?
- Com explicaria, la teoria cineticomolecular, els canvis observats?

Fig. 26: En aquest experiment, controlem la temperatura de l'aigua a mesura que es va escalfant.