

L'estructura de la matèria

*Benito Navarro, J. Lorenzo,
M. Carmen Sánchez*


Pagès editors

8

*Il·lustracions
Ermengol*





MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR



8

L'estructura de la matèria

Benito Navarro

J. Lorenzo Ramírez

M. Carmen Sánchez

Il·lustracions
Ermengol


Pagès editors

Obra presentada a aprovació al Departament d'Ensenyament
de la Generalitat de Catalunya

Directors de la col·lecció: Jesús Castillo i Jaume Cortada
Disseny gràfic: Mercè Trepal
Il·lustracions: Ermengol

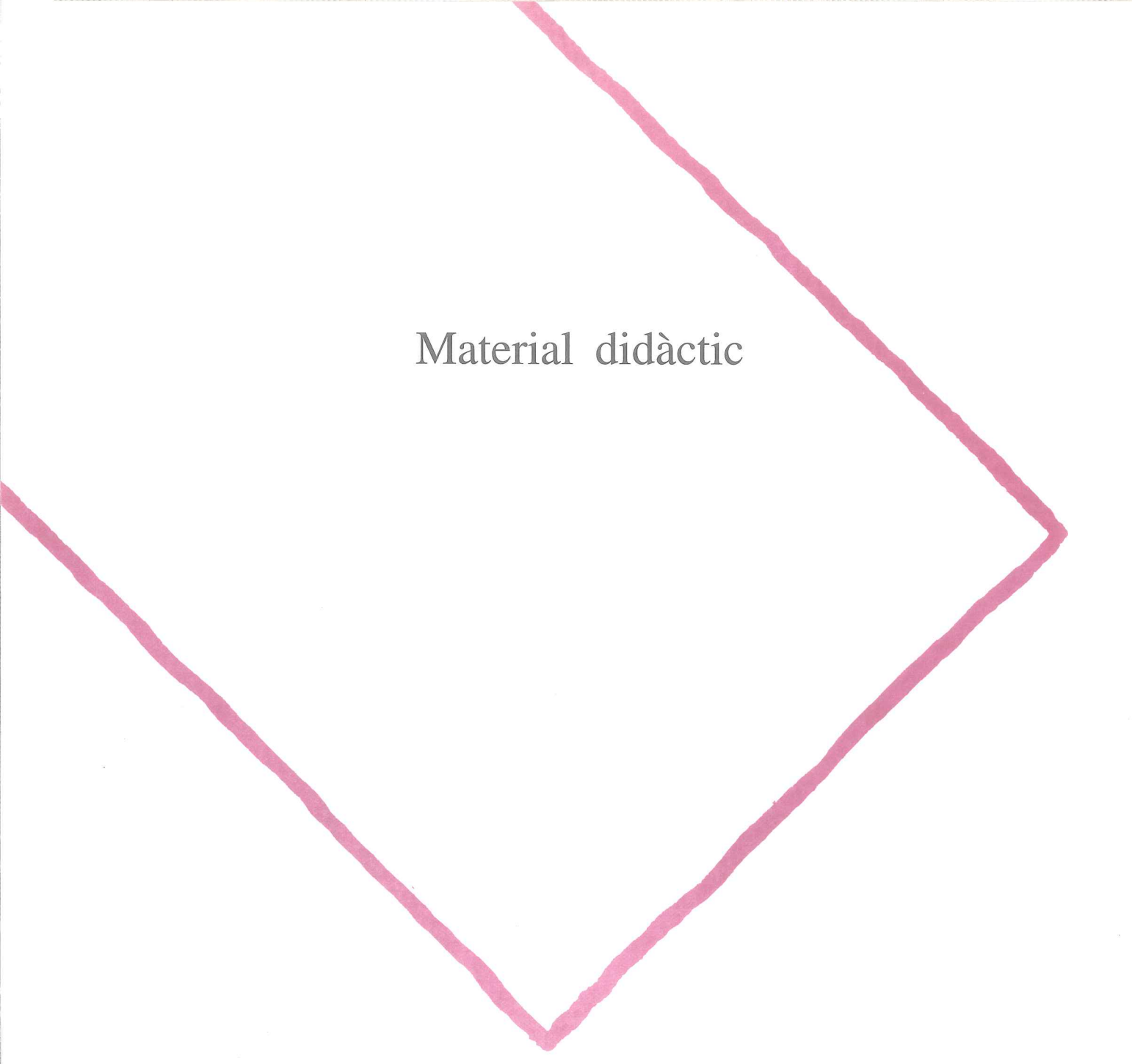
© 1997, Benito Navarro, J. Lorenzo Ramírez i M. Carmen Sánchez
Edita: Pagès Editors
Bobalà, 4, 25004 - Lleida
Tels.: (973) 236611 - 247800. Fax: (973) 240795
Primera edició: juny de 1997
Dipòsit legal: L-510-1997
ISBN: 84-7935-423-2
Printed in Spain
Impress a Arts Gràfiques Bobalà, S.L. Bobalà, 4, 25004 - Lleida

*Es prohibeix la reproducció total o parcial d'aquesta obra en qualsevol de les seves formes, gràfica o audiovisual,
sense l'autorització prèvia i escrita de l'editor.*

Índex

Material didàctic	Introducció	7
	L'estructura de la matèria	8
	Les propietats característiques de les substàncies	9
	L'estructura interna d'elements i compostos	12
	L'estudi dels materials	15
	Els metalls	15
	Àcids, bases i sals	17
	Els sabons i els detergents	18
	Els combustibles	19
	Els plàstics	22
	Ceràmica i vidre	23
 Materials complementaris	 Sòlids, líquids i gasos	 27
	Model corpuscular de la matèria	31
	Propietats característiques de la matèria	36
	Substàncies pures i mescles	39
	Enllaç químic	44
	Les dissolucions	55
	Els metalls	60
	Àcids, bases i sals	68
	Els sabons i els detergents	74
	Els combustibles	78
	Els plàstics	84
	Ceràmica i vidre	90

Disseny del crèdit	L'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències	99
	Sobre l'aprenentatge: una posició constructivista.....	99
	Com organitzar l'activitat a classe	101
	Com plantegem l'avaluació	102
	Com utilitzem el crèdit.....	103
	Els alumnes, què han treballat prèviament?	103
	Treball al laboratori	104
	El programa-guia	104
	Els temes informatius	105
	L'estructura de la matèria.....	105
	L'estructura interna d'elements i compostos	107
	Els metalls	108
	Àcids, bases i sals	109
	Els sabons i els detergents	109
	Els combustibles	110
	Els plàstics	111
	Ceràmica i vidre	112
	Bibliografia	113



Material didàctic

Alumnat

Introducció

Comenceu un nou crèdit i obriu un nou llibre. Quan hom comença una nova tasca sempre ho fa amb renovades esperances i un cert neguit. Qui és que no ha sentit frisança la nit de cap d'any davant la incògnita de saber què ens depararà l'any vinent i, sobretot, qui no ha renovat les més bones intencions: estudiaré més, em portaré bé, m'estimaré més.

Als autors d'aquest llibre ens agradaria que els materials que us presentem ara us poguessin ajudar a mantenir les vostres bones intencions i, encara més, que en acabar el crèdit us agradés la química més que al començament.

Per a nosaltres, l'estudi de les ciències, les seves implicacions tecnològiques i la relació amb la vida dels homes d'aquest planeta Terra, és molt emocionant però demana una implicació en el seu estudi i la col·laboració amb el professorat i amb els companys i companyes. El desenvolupament del coneixement científic és una tasca col·lectiva que demana que tots plegats avanceu en la seva reconstrucció.

Us hem preparat una sèrie d'activitats lligades mitjançant un fil conductor en forma de programa-guia, que parteix del problema general que intenteu resoldre al llarg d'aquest trimestre. Encara que el programa-guia és el que menys fulls ocupa del llibre, és el gros del treball a realitzar. Les activitats us demanaran que busqueu informació, que imagineu solucions, que treballeu al laboratori, i també que estúdieu i escolteu el professor. Moltes les haureu de realitzar en equip i us

ajudareu els uns als altres, però cadascú té la responsabilitat d'estudiar i d'aprendre particularment.

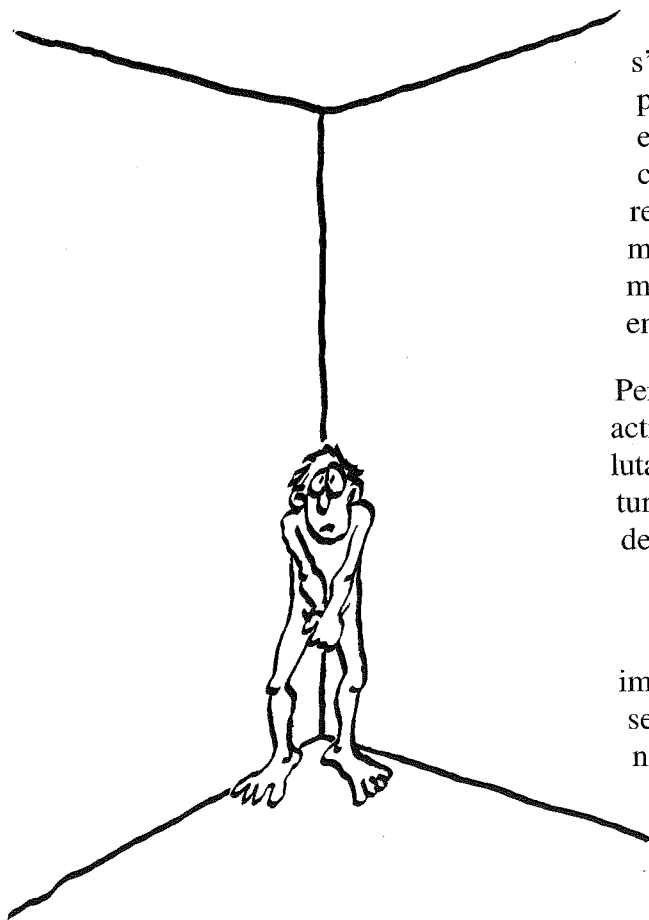
Creiem fermament que tots els alumnes de secundària podeu avançar en l'estudi de la ciència i, concretament en aquest cas, en el coneixement de l'estructura interna de la matèria i podeu arribar a fer-vos una idea cabdal del món que ens envolta i de les repercussions que aquest coneixement pot tenir a les nostres vides. La ciència no és més difícil que altres formes de coneixement, simplement és diferent.

La nostra idea és que a poc a poc pugueu anar reconstruint els models i els coneixements científics amb l'ajut del vostre professor. Per completar aquest suport hem preparat una sèrie de temes, que formen la segona part del llibre i que us serviran com a informació del que pensa la comunitat científica respecte dels aspectes que o bé ja heu estudiat però els necessiteu com a prerrequisit per començar el crèdit, o són els nous que anireu tractant, i que us podran servir de reforç o ampliació.

L'última part del llibre va dirigida fonamentalment al professorat que us ha recomanat el text, però això no vol dir que us estigui vedada, als estudiants; només que ja no és la vostra responsabilitat.

El que no us agradi del llibre, comenteu-ho als professors. El que us agradi també. Ells ens ho faran arribar perquè el puguem millorar. En tot cas, us volem desitjar que gaudiu amb el crèdit i que tingueu molta sort a la vida.

L'estructura de la matèria



Vosaltres que heu escollit aquest crèdit ja sabeu que s'intitula *L'estructura de la matèria* i dedicarem les pàgines que vénen a continuació a estudiar-la. Però, en lloc de explicar-vos d'entrada què en pensa la comunitat científica, us plantejarem un problema per resoldre que ens servirà per anar reconstruint els models i els conceptes necessaris per comprendre la matèria i els materials a mesura que anem avançant en la seva resolució.

Però, no ens detindrem aquí. Com veureu a la primera activitat que us proposarem fer, la nostra via està absolutament condicionada pels materials obtinguts i manufacturats per l'home, per la seva utilització i pels problemes derivats de la seva obtenció i del seu reciclatge.

Potser un coneixement més profund dels materials a la llum de la seva estructura fisicoquímica i de les implicacions tecnològiques i socials que comporta la seva existència, us podran ajudar a crear-vos una opinió sobre l'ús de determinats productes o sobre la necessitat, o no, de la seva producció. Dedicarem, doncs, una segona part a estudiar diferents tipus de materials molt utilitzats arreu del món: metalls, plàstics, combustibles, etc.

El problema global de què parlàvem a l'inici, i que ens servirà per emmarcar el crèdit, és el que tot seguit plantejem:

Com explicar que les propietats dels materials que ens trobem i utilitzem són les que són?

És un problema ampli i genèric que anirem esbocinant i concretant, sobre el qual ja en sabeu coses i n'aprendreu moltes més. Però abans de posar-nos-hi de ple, voldríem que en fóssiu conscients de la importància i de l'interès per a la ciència i per a les vostres vides. Començarem, doncs, per plantejar-vos una situació:

Estem envoltats



Feu una ullada al vostre voltant i imagineu-vos com seria la situació si de cop desapareguessin tots els materials obtinguts per transformació dels que hi ha a la natura. Feu una descripció. Què us sembla, com quedaria la classe?, i vosaltres mateixos?

El coneixement de les propietats de la matèria i els materials, i la comprensió de la seva estructura interna no serveix només per aprofitar-los més bé i obtenir-los en millors condicions, sinó també per imaginar-ne de nous, amb altres propietats més adients i per aconseguir nous mètodes d'obtenció.

Amb aquesta qüestió ens hi va tant la millora de la qualitat de vida de la nostra societat com el desenvolupament dels pobles de l'anomenat Tercer Món o el sosteniment adequat del nostre planeta.

L'estratègia global per resoldre el problema que tenim plantejat passarà:

Primer, per estudiar les propietats dels diferents materials que teniu a l'abast.

Segon, per construir un model que ens expliqui el perquè de les propietats.

Tercer, per l'aprofitament del model per a estudiar-ne amb més profunditat els materials, les aplicacions tecnològiques i les implicacions socials i ambientals que aquestes suposen.

Les propietats característiques de les substàncies

En la part comuna de l'estudi de la química heu estudiat les diferències entre substàncies pures i mescles i com les substàncies pures es poden definir pel que s'anomena propietats característiques. Per començar farem un repàs del que ja coneixeu per després poder abordar l'estudi de les propietats dels materials.



Quines són les propietats característiques més representatives?

Podem agrupar les substàncies químiques per les seves propietats?

Com hem de treballar al laboratori?

Mescles i substàncies pures



Expliqueu quines són les diferències entre les mescles i les substàncies pures i anomenau un mínim de tres propietats que puguin servir per caracteritzar aquestes últimes (propietats característiques macroscòpiques).

La major part de productes amb què treballareu seran substàncies pures i hem de començar per estudiar-ne les propietats, és a dir, per caracteritzar-les.

Propietats característiques



Tryeu, en gran grup amb l'ajut del professor, d'entre totes les que han sortit les propietats característiques que millor us serviran per estudiar les propietats dels materials

Algunes propietats que heu escollit són difícils de mesurar quantitativament, per això incloem un quadre amb algunes substàncies i les seves propietats que podeu estalviar-vos d'haver de cercar, com són els punts de fusió i d'ebullició, o la densitat (taula 1).

D'altres propietats són més fàcils de mesurar i us permetran tenir un coneixement més ampli dels materials. En tot cas, és convenient que penseu en procediments que en permetin la mesura, tant si els porteu endavant com si no.

Dissenyar procediments



Feu dissenys experimentals que us permetin comprovar i/o mesurar les propietats característiques escollides.

Ara ja teniu clar què és el que heu de fer en anar al laboratori, però encara hi ha algunes coses que és convenient aclarir; ens referim als perills amb què us hi podeu trobar. Al laboratori s'ha de ser polit, net, endreçat, etc., i, a més a més, s'han de conèixer les situacions potencialment perilloses per intentar evitar-les.

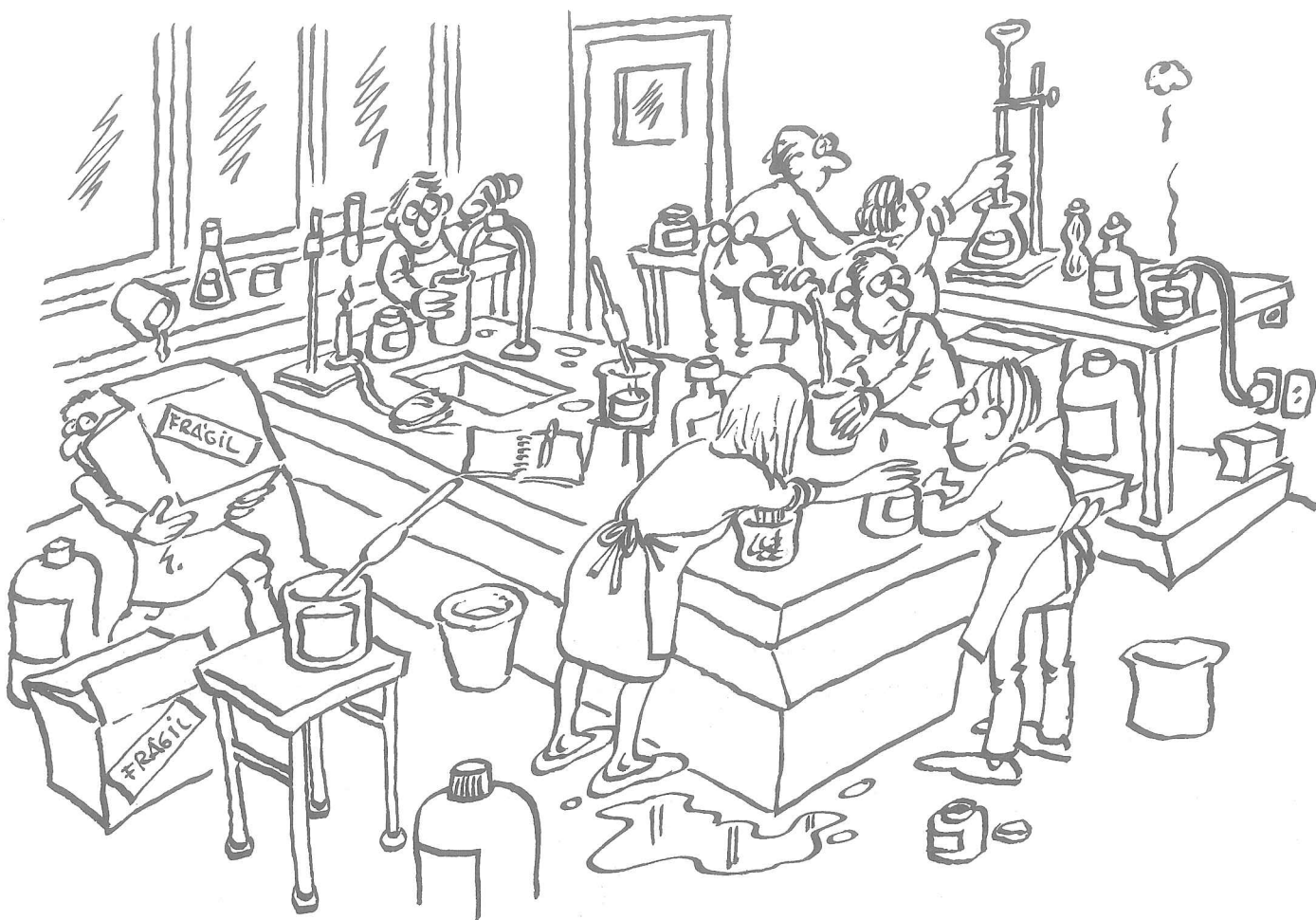
Per ajudar-vos a ser conscients d'aquestes situacions us proposem fer la següent endevinalla:

On són els perills?



Mireu el dibuix que hi ha a continuació i que representa un grup d'alumnes treballant al laboratori, on molt aviat també hi sereu vosaltres. Fixeu-vos bé i numereu totes les situacions que us semblin potencialment perilloses. Després, en la posada en comú, hauríeu de proposar solucions i alternatives més segures.

Tot seguit el professor donarà a cada equip de treball un conjunt de productes químics i/o de materials de manera que entre tota la classe n'hi hagi un bon ventall. Hauran estat escollits per la seva representativitat i pertinença i també per motius de seguretat, però si vosaltres voleu aportar-ne algun més no dubteu a consultar-ho. Aquests productes seran els vostres amics al llarg del crèdit i, per tant, el primer que fareu és conèixer-los.



Treball al laboratori



Comproveu experimentalment les propietats dels productes químics i materials que hi teniu i comuniqueu els vostres resultats a la resta d'equips de classe.

Ben segur que esteu en condicions d'omplir gairebé la totalitat de la taula 1 i fins i tot d'ampliar-la a les columnes corresponents a la solubilitat i a la conductivitat de les substàncies. Però una taula així, sense estructura, no ens permet continuar. Per poder interpretar com és que tenen aquestes propietats, necessitem organitzar-les, fer grups de substàncies amb propietats similars, que ens puguin explicar el perquè de les similituds i el perquè de les diferències. Hem de construir un «sistema periòdic» de les substàncies i els materials.

Classificar les substàncies



Intenteu agrupar per similitud de propietats tots els materials que hi hagi a classe procurant fer un quadre que ho sintetitzi.

Taula 1. Propietats físiques d'algunes substàncies químiques.

Substància	Fórmula	Punt de fusió (°C)	Punt d'ebullició (°C)	Densitat (g/cm³)	Conductivitat elèctrica		Solubilitat	
					sòlid	líquid	H ₂ O	èter
hidrogen	H ₂	-259	-253	8,99·10 ⁻⁵	-	-	-	-
clor	Cl ₂	-101	-34	321,4·10 ⁻⁵	-	-	-	-
amoníac	NH ₃	-78	-34	77,1·10 ⁻⁵	-	-	+	-
acetilè	C ₂ H ₂	-80,8	-83,6	117,5·10 ⁻⁵	-	-	-	+
oxigen	O ₂	-219	-183	142,9·10 ⁻⁵	-	-	-	-
clorur d'hidrogen	HCl	-114,8	-84,9	164·10 ⁻⁵	-	-	+	-
etanol	C ₂ H ₅ OH	-117,3	78,5	0,789				
tetraclorometà	Cl ₄ C	-23	76,5	1,594				
n-hexà	C ₆ H ₁₂	-95	69	0,66				
sodi	Na	98	887	0,966				
magnesi	Mg	650	1.100	1,738				
ferro	Fe	1.540	2.800	7,873				
coure	Cu	1.078	2.580	8,933				
iode	I ₂	114	185	4,953				
carbonat de sodi	Na ₂ CO ₃	851	desc.	2,532				
sulfat càlcic	CaSO ₄	1.450		2,96				
clorur de zinc	ZnCl ₂	283	732	2,91				
iodur de potassi	KI	681	1.330	3,13				
clorur de sodi	NaCl	801	1.413	2,165				
diòxid de silici	SiO ₂	1.610	2.230	2,6				
diòxid de carboni	CO ₂	-	-78,5 (subl.)	197,7·10 ⁻⁵				
diamant	C	3.700		3,51				
triòxid de dialumini	Al ₂ O ₃	2.015	2.980	3,97				
PVC	CH ₂ =CHCl	1,25/1,39						
òxid de calci	CaO	2.614	2.830	3,25				
sulfur de ferro (II)	FeS	1.195	dec.	4,74				
naftalè	C ₁₀ H ₁₈	80,5	218	1,025				

L'estructura interna d'elements i compostos

Ja coneixeu l'existència d'elements i de compostos, d'àtoms i de molècules, i l'estructura interna dels gasos, dels líquids i dels sòlids. Però ara hem d'avançar més, hem d'intentar aprofundir en el model que ja teniu, hem d'afinar-lo més per poder explicar les propietats de les substàncies i les diferències.



Podem construir un model que ens expliqui les agrupacions de substàncies que hem fet?

Quina és l'estructura dels metalls i no-metalls, de les sals i dels compostos orgànics?

En estudiar els estats de la matèria i les seves propietats físiques vau interpretar que augment de la temperatura d'un cos era, si més no, la conseqüència d'un augment de la velocitat de les partícules que el constitueixen, o que era possible comprimir fàcilment un gas, atès els grans espais buits que hi ha entre les seves partícules.

Aquestes explicacions i d'altres, que vau plantejar a manera d'hipòtesi a les diferents propietats macroscòpiques dels diferents estats de la matèria, van anar entrelligant-se de forma coherent en un primer model global d'explicació de l'estructura interna dels estats gasós, líquid i sòlid de la matèria.

Més o menys és el que pretenem fer ara. Primer començarem per analitzar la raó de ser de cadascuna de les propietats de les substàncies que heu mesurat o trobat a la taula 1 i intentareu donar-ne una explicació en funció de l'estructura de les partícules que les constitueixen i les forces que actuen entre elles. Aquestes explicacions, que donareu a les següents activitats, més endavant, les haureu d'estructurar i lligar de manera que resultin una resposta coherent a les propietats de les substàncies que heu agrupat.

Solubilitat



De quina manera podeu explicar que dues substàncies siguin, o no, solubles entre si? Per exemple, per què la sal comuna és soluble en aigua i no en petroli, o l'oli en petroli i no en aigua?

Heu d'intentar explicar què passa amb les partícules de les substàncies que es dissolen.

Conducció elèctrica



Quina explicació podeu donar a la conducció elèctrica dels metalls? Per què les sals necessiten estar foses o dissoltes per conduir el corrent elèctric? Per què l'aigua és poc conductora de l'electricitat i si hi afegim una sal ho és molt?

Punts de fusió i/o ebullició



Què pot indicar que els punts de fusió i/o ebullició de substàncies de fórmules químiques similars siguin prou diferents?

Ara ja teniu una primera aproximació a l'explicació de les propietats característiques de les substàncies. És el moment de veure si aquestes hipòtesis són vàlides per justificar les agrupacions que heu fet en l'activitat 7 i d'intentar (re)construir un model més global.

Hi haureu trobat que els metalls tenen propietats semblants entre si, també les sals o els gasos. És qüestió, ara, d'agafar cadascun dels grups que us han sortit i intentar donar-ne explicacions coherents de les propietats macroscòpiques, en base a la seva estructura interna, que esteu en camí d'endevinar, és a dir, en funció del tipus d'enllaç que tenen. Anirem grup per grup.

Les sals

ACTIVITATS
11

Com explicarem que les sals siguin sòlides a temperatura ambient, que es dissolguin bé en aigua i no en líquids orgànics, que sòlides no condueixen el corrent elèctric, però sí dissoltes o foses?

Els metalls

ACTIVITATS
12

Com explicarem que els metalls siguin sòlids a temperatura ambient, que són conductors del corrent elèctric i que no es dissolen en aigua ni en líquids?

Els no-metalls

ACTIVITATS
13

Al contrari, per què els no-metalls normalment estan en forma gasosa a temperatura ambient o bé, si són sòlids, sublimen amb facilitat?

Compostos orgànics

ACTIVITATS
14

Com explicarem que molts productes orgànics siguin líquids, que no es dissolguin en aigua i sí entre ells i no condueixin el corrent elèctric? I, per què els plàstics són sòlids?

Els altres compostos

ACTIVITATS
15

Encara queda un altre grup de compostos que no pertanyen a cap de les categories anteriors. No són solubles en aigua com les sals, no condueixen el corrent elèctric com els metalls, tenen alts punts de fusió a diferència dels no-metalls i els compostos orgànics. Se'ls anomena habitualment *compostos atòmics*. Com creieu que és la seva estructura interna?

És d'esperar en arribar aquí que ja tingueu perfilat un model de partícules més elaborat que doni resposta als diferents tipus d'estructures en les quals es conformen els àtoms dels elements i compostos i que expliqui les propietats de les substàncies. És el moment de fer recapitulació:

Què hem après?

ACTIVITATS
16

Feu un resum dels diferents models d'estructures internes de les substàncies que donin explicació a les seves propietats macroscòpiques. Utilitzeu els vostres apunts de la llibreta de treball i la informació adient que hi ha en aquest mateix llibre.

Segur que hi ha alguna substància de la qual no trobeu on encaixar-ne les propietats. No us preocupeu, els models i les teories científiques sempre són susceptibles de perfeccionament, representen una part acotada i idealitzada de la realitat, no són la realitat, sinó com nosaltres (la comunitat científica) la mireu. Tindreu ocasió d'observar aquesta realitat més detingudament en cursos superiors i perfeccionar els models. Però que un model sigui perfeccionable i senzill no vol dir que no sigui prou potent per explicar bona part de la realitat amb què treballem. Aquest model que vosaltres heu reconstruït és suficient, per exemple, per a qualsevol químic que treballi a la indústria. I per a vosaltres també, per poder abordar l'estudi dels materials que iniciareu a continuació.

L'estudi dels materials

Començarem a partir d'aquí, amb els metalls, l'estudi més detallat de determinats materials molt utilitzats per l'home. En tots els casos la nostra intenció és que arribeu a conèixer-los en les següents vessants:

Les propietats que tenen.

La seva estructura interna.

Com s'obtenen.

Quines aplicacions els donem.

La problemàtica mediambiental que generen.

No ho fareu per força en aquest ordre, ni tractareu cada aspecte amb la mateixa intensitat, però al final de cada apartat hauríeu de ser capaços de poder fer un resum de cada material utilitzant com a referència els cinc aspectes mencionats en el paràgraf anterior.

Els metalls

Ja sabeu quines propietats generals tenen els metalls i, fins i tot les podeu explicar basant-vos en la seva estructura interna. Però voleu saber més i, per tant, ens endinsarem en l'estudi més acurat de les propietats químiques i la seva producció i utilització.



Per què normalment es troben a la natura en forma de compostos?

Què s'ha de fer per obtenir-los?

Què és la corrosió?

Els primers metalls



Alguns metalls es coneixen des de l'antiguitat i la seva possessió va ser molt valorada, com per exemple l'or i el coure. Per què creieu que els primers metalls que es van utilitzar van ser el coure, l'or i similars?

Cada metall al seu temps



Per què creieu que l'alumini, que és un metall molt apreciat actualment, es va tardar tant a utilitzar-se, al contrari del que ha succeït en el cas del coure?

Obtenció dels metalls



La reactivitat dels metalls condiciona els processos d'obtenció. Com més reactiu és un metall més difícil resulta separar-lo dels minerals en els quals es troba a la naturalesa. Mireu la taula de reactivitats devora el dibuix i comproveu segons la informació que us proporciona el crèdit pel que fa al tema dels metalls si la taula és congruent amb els mètodes d'obtenció que us s'expliquem.

La corrosió

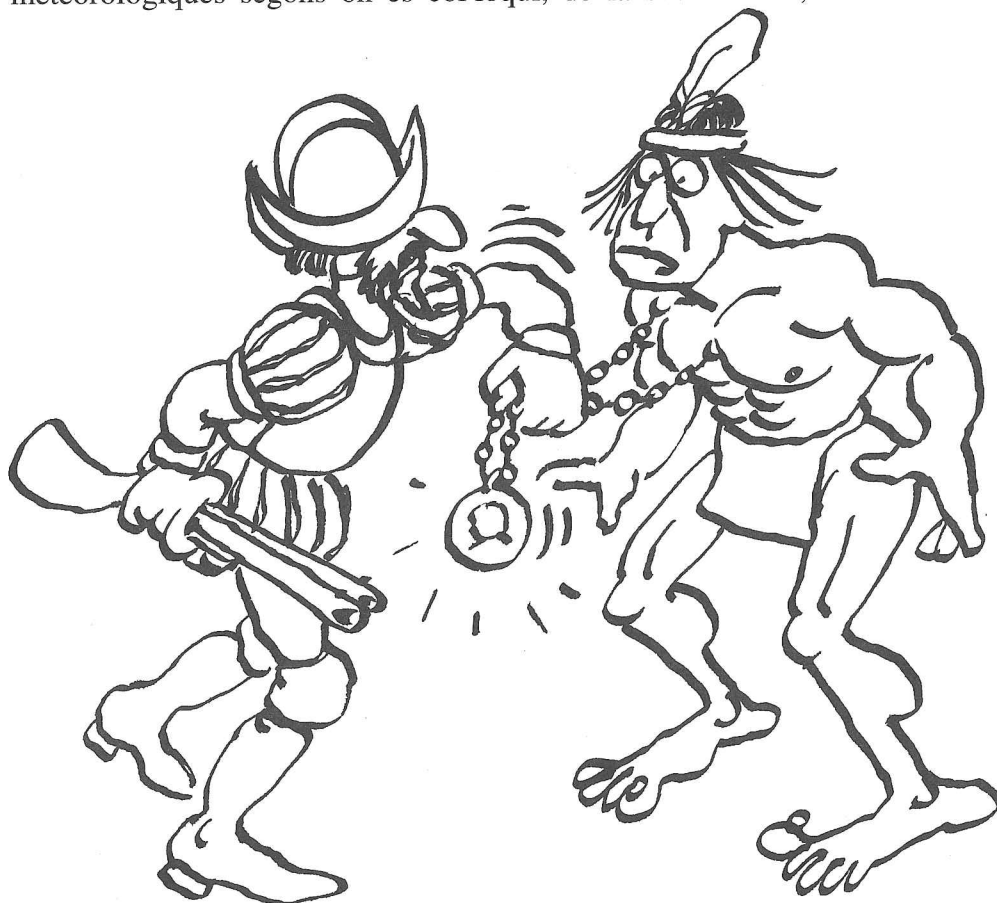


Una vegada solucionats els problemes d'obtenció i de fabricació dels utensilis, la reactivitat dels metalls ens torna a portar una nova dificultat: la corrosió.

Prenent el ferro com exemple, ja que és el metall més utilitzat de tots, us demanem que estudeu de quina manera es veu afectat per l'acció de l'ambient en què es troba. Penseu en una estructura de ferro (una torre d'alta tensió, un pont, un vaixell, etc.) que pot estar sotmesa a diferents condicions meteorològiques segons on es col·loqui, de la seva funció, etc.

Metalls en ordre de reactivitat. Com més a dalt, més reactiu.

sodi
alumini
zinc
crom
ferro
estany
plom
coure
plata
or



Un cas pràctic

Moltes vegades, però, les condicions en les quals ha de treballar un metall no es poden escollir i, per tant, s'ha d'optar pel més adient en funció del preu, de les propietats mecàniques necessàries, etc., i procurar protegir-lo d'alguna manera perquè pateixi menys la corrosió.

Penseu en el buc d'un vaixell i en un ganivet. Quin metall utilitzaríeu per fabricar-los i com els protegiríeu en cada cas?

Àcids, bases i sals

Ens detindrem en uns tipus de reaccions químiques que són de gran importància tant en química bàsica, com en la indústria o en bioquímica, es tracta de les que realitzen els àcids i les bases.



Què són i com són els àcids i les bases?

Què és el pH?

A què s'anomena el problema de la pluja àcida? De quina manera el patim?

El problema central que abordem en aquest apartat és el de definir les característiques dels àcids en funció de les seves propietats químiques.

Propietats



Consulteu a la bibliografia (aquest llibre per exemple) les propietats dels àcids i de les bases i feu-ne una taula.

Com són?



Anomeneu i formuleu els àcids i les bases que conegueu. ¿Com podem sospitar d'entrada, sense analitzar les seves propietats químiques, només per la seva formulació, si una substància és un àcid (o una base), o no? O, dit d'una altra manera, què tenen en comú tots els àcids entre ells?

Com es comporten?



Quin és el mecanisme pel qual els àcids (i les bases) es comporten com a tals?

Quin és el més fort?



Com decidir la fortalesa d'una dissolució d'un àcid (i d'una base)? ¿Pot existir una forma de quantificar-la?

Comprovació experimental



Ara comprovareu experimentalment les propietats (que hem vist a la primera activitat) d'alguns àcids i bases més comuns al laboratori i a la vida quotidiana.

La pluja àcida



Com a activitat d'aplicació dels vostres coneixements en matèria d'àcids podeu recercar informació dels efectes de la pluja àcida sobre arbres, sòls i monuments i després intentar explicar perquè es produeixen. Si, a més a més, sou capaços de proposar possibles solucions al problema acabaríeu d'arrodonir aquest apartat.

Els sabons i els detergents

Amb aquest tema coneixereu com es fabrica un sabó, el mecanisme de l'acció rentadora dels sabons i detergents, quines són les seves estructures i les seves diferències, així com el fenomen físic que intervé en el mecanisme de rentat.



Quin tipus de substàncies són els sabons i detergents?

Hi ha alguna diferència entre sabons i detergents?

Què és la tensió superficial?

El sabó de l'àvia



Potser algú de vosaltres ha sentit parlar l'àvia de quan feia sabó a casa. Recordeu quins ingredients necessitava?

Fabricació del sabó



Trobeu en algun llibre (per exemple aquest) informació sobre la fabricació del sabó. El professor us explicarà amb més detall la reacció de saponificació.

Fabricació del sabó al laboratori



Traduiu el procés anterior a un mètode de laboratori. Feu un esquema del procés i penseu quin material i quins reactius necessitareu. Porteu-lo a terme.

La fórmula del sabó



Consulteu en aquest llibre la fórmula del sabó. Fixeu-vos en la part de l'esquerra de la fórmula, està constituïda per àtoms de carboni i àtoms d'hidrogen. Quin tipus d'enllaç formen aquests àtoms entre si? Ajudeu-vos de la taula d'electronegativitat dels elements.

Ara fixeu-vos en la part dreta de la fórmula; conté un enllaç entre l'oxigen i el sodi. Quina mena d'enllaç és aquest?

Les propietats dels sabons



Segons les conclusions de l'activitat anterior la molècula de sabó té dues parts ben diferenciades amb dos diferents tipus d'enllaç en la mateixa molècula; com seran, llavors, les propietats dels sabons?

Com netegen els sabons



Creieu que té alguna incidència en el mecanisme de neteja el caràcter diferenciat dels extrems de la molècula de sabó?

Si l'estructura i el mecanisme de rentat dels sabons i detergents és similar, per què els primers van ser substituïts pels detergents?

La tensió superficial



La tensió superficial és una propietat dels líquids que està relacionada amb les forces de cohesió de les seves molècules, i que es posa de manifest a la superfície. Estudiareu ara aquest fenomen i la incidència que hi exerceix l'existència de sabons i detergents en dissolució:

Diposeu amb compte una agulla sobre la superfície de l'aigua continguda en un got. Com expliqueu que no s'enfonsi?

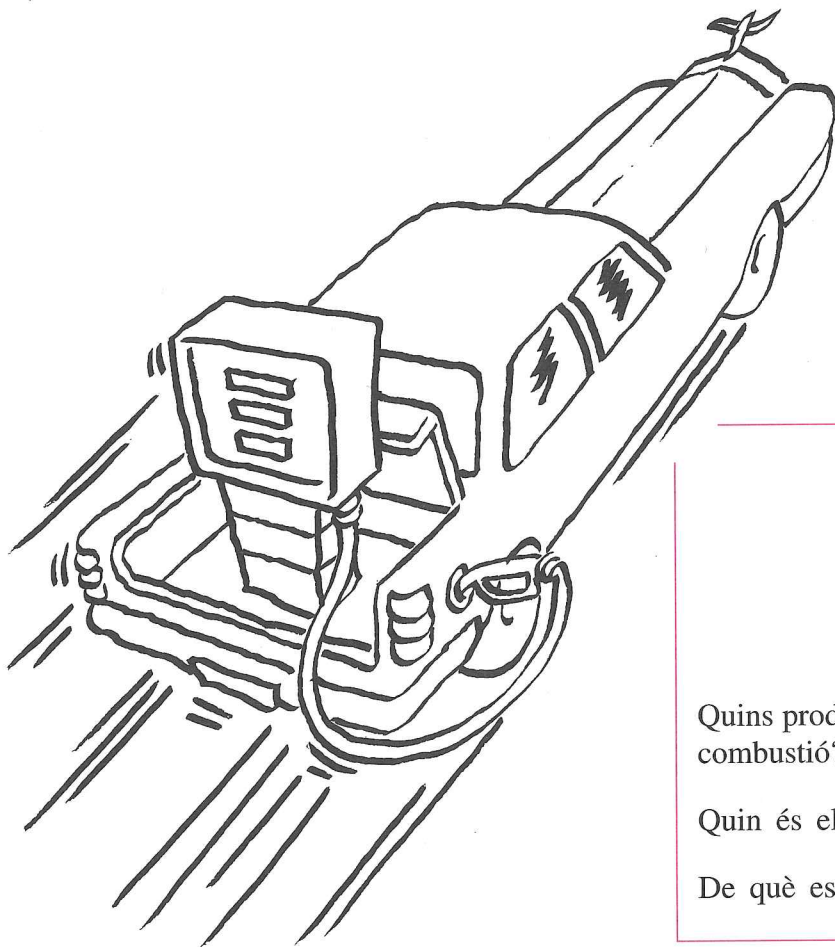
Afegiu a continuació i també amb cura una mica de detergent líquid a l'aigua. Interpreteu el que ha passat segons el model explicatiu que heu elaborat.

Fixeu-vos com és la superfície de l'aigua en un tub estret i dibuixeu-la. Feu el mateix amb mercuri. Com es pot explicar aquesta diferència segons la tensió superficial de l'aigua i del mercuri?

<i>líquid en contacte amb aire (20 °C)</i>	<i>tensió superficial (N/m)</i>
aigua	0,0728
oli d'oliva	0,032
dissolució de sabó	0,025
mercuri	0,465

Els combustibles

Estudiarem en aquest apartat uns materials en els quals les famílies i els països gasten una bona part del seu pressupost. Els combustibles són una de les fonts més importants de producció d'energia i en alguns casos l'única, per exemple en àmbits com és el de l'automoció. Estudiarem els principals tipus de combustibles i de quina manera n'obtenim l'energia.



Quins productes es formen en les reaccions de combustió?

Quin és el millor combustible?

De què es compon el petroli?

Oxidació i combustió



En l'apartat dels metalls heu vist que la corrosió és una reacció dels metalls amb l'oxigen de l'aire. Quan es crema un combustible també es necessita l'oxigen de l'aire. Tots dos processos són reaccions amb oxigen, però hi ha diferències entre els dos, quines són?

Poder calorífic



No tots els combustibles són capaços d'aportar la mateixa quantitat d'energia quan es cremen. En aquesta activitat estudiareu les diferències entre els combustibles quant a la seva capacitat de produir energia, el que anomenarem poder calorífic. Ho fareu a través del següent problema: què escalfa més, la llenya o el carbó? Dissenyeu un experiment per comprovar-ho.

Per poder fer la comparació entre combustibles heu hagut d'expressar d'alguna manera el fet que un combustible desprèn més energia que un altre. Quines unitats heu utilitzat?, quines utilitza la comunitat científica?



Quina quantitat de lignit s'hauria de cremar per a escalfar 1 litre d'aigua de 20 a 80°C?, i si fos butà? Demaneu ajut al vostre professor per les dades que necessiteu.

Els combustibles



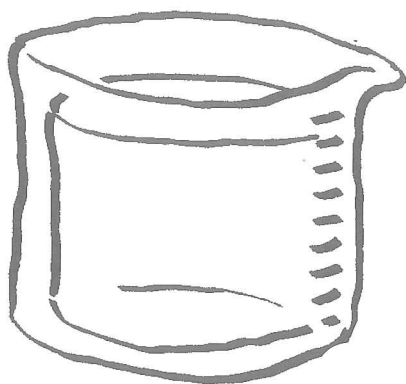
Feu una relació de combustibles sòlids, líquids i gasosos. Expliqueu-ne les característiques que conegueu.

Tipus de carbons



Heu vist que uns combustibles desprenen més energia que altres. Té alguna cosa a veure això amb la seva composició? Podeu ajudar-vos si resoleu el següent exercici:

Identifiqueu els combustibles A, B, C, D i E de la taula amb la fusta i els quatre tipus de carbons.



Vas de precipitats.

Matèria	% C	% H	Poder calorífic (kJ/kg)	% volàtils
A	87	5	29.300	25
B	57	6	13.400	65
C	96	2	33.000	5
D	50	6	12.800	75
E	72	5	16.500	55

Hidrocarburs



La part més volàtil del petroli (anomenada nafta) és una mescla d'hidrocarburs entre els quals hi ha: el metà, l'età, el propà, el butà i el pentà, que són substàncies compostes exclusivament per carboni i hidrogen. Escriu-ne les fórmules desenvolupades.

A continuació escriviu-ne la reacció de combustió i després ajusteu-les de manera que es conservi el nombre d'àtoms de cada element a una i altra banda de la reacció.

L'energia dels aliments



Els aliments són els nostres combustibles perquè ens proporcionen l'energia necessària per viure. De quins factors creieu que depèn l'energia que una persona necessita per viure?

Fem una dieta



Esbrineu quines són les necessitats energètiques que té el vostre cos i elaboreu la dieta d'un dia complet a partir de les dades energètiques de cada aliment.

Els plàstics

Cada vegada més, els plàstics van substituint d'altres tipus de materials com el paper i el cartró i sobretot els metalls. Els plàstics són els materials del segle xx i ho seran del segle XXI.



Com és l'estructura química dels plàstics?

Quines són les seves propietats?

Com reconèixer-los?

El problema que centrarà l'estudi dels plàstics és el del seu reconeixement: ¿com saber què és el que teniu a les mans?



Com són els plàstics



Al tema del crèdit que parla sobre els plàstics hi ha una primera part dedicada a explicar què són i com són. Feu una primera lectura i aneu escrivint a la vostra llibreta els noms i les fórmules dels polímers que hi apareixen, les seves sigles i els monòmers que els formen. Això us servirà per començar a familiaritzar-vos-hi.

Qui és qui



Segur que heu pogut recollir un bon grapat de bocins de plàstic. Intentareu ara relacionar les mostres amb els noms que heu enumerat

a l'activitat anterior. Per tal d'aconseguir-ho, utilitzareu els símbols numèrics que porten impresos molts plàstics perquè es puguin reconèixer fàcilment (vegeu símbols en la taula 1 del tema plàstics).

Propietats característiques



Però hi ha plàstics que no estan destinats al consum domèstic o bé bocins d'aquests plàstics que no porten cap tipus d'indicació. Necessitaríeu, doncs, conèixer les propietats dels diferents tipus de plàstics (almenys les més comunes) per poder després reconèixer els polímers que us hi trobeu.

En l'activitat anterior heu reconegut alguns plàstics diferents. Els utilitzareu ara per estudiar les seves propietats de manera que després d'aquesta activitat sigueu capaços de saber quin plàstic teniu a les mans segons les propietats que presentin.

Us recomanem fer una taula de doble entrada, a una banda hi teniu els plàstics que s'han d'analitzar i a l'altra les propietats que s'han d'estudiar. Però, quines propietats poden ser més adients? Nosaltres us proposem les següents:

- Color de la flama.
- Estovament o no per la calor.
- Densitat.
- Propietats mecàniques: flexibilitat, fragilitat, etc.

Us demanem dues coses, d'una banda que intenteu justificar el perquè de l'elecció d'aquestes propietats i d'una altra que feu els assajos pertinents per completar la taula.

Els plàstics i els metalls



Una característica rellevant d'un grup nombrós de plàstics és la seva elasticitat. Vosaltres potser ja coneixeu la capacitat dels metalls en forma de molla per estirar-se i encongir-se: les molles són elàstiques. Però, els plàstics són elàstics de la mateixa manera?

Realitzeu dissenys experimentals que permetin estudiar de quina manera es produeix l'allargament en una molla metàl·lica i en una goma (podeu utilitzar una goma de lligar pollastres, per exemple. Normalment aquestes gomes són d'algun tipus de cautxú), porteu-los a terme i analitzeu els resultats.

Ceràmica i vidre

La ceràmica i el vidre són materials coneguts des de fa molt de temps. Encara que la seva aparença externa sigui diferent són molt semblants en la seva composició i en moltes de les seves propietats.



Per què són tan durs els materials ceràmics?

Què és el vidre: un sòlid cristal·lí, un líquid refredat...?

Quina diferència hi ha entre la ceràmica i el vidre?

Els objectes ceràmics



Feu una relació d'objectes que ens envolten fets amb materials ceràmics. Tracteu d'establir una classificació per la seva aparença física: color, duresa, porositat.

Fabricació



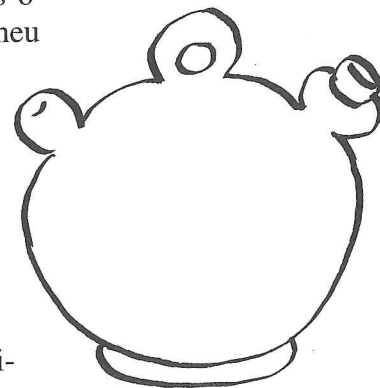
Consulteu el procés de fabricació de les ceràmiques i enumereu els principals components que tenen.

Estructura



Enumereu cadascuna de les propietats o característiques dels materials que heu classificat a l'activitat 1 i cerqueu si es corresponen amb algun dels quatre tipus de substàncies classificades segons el tipus d'enllaç.

Com a guia fixeu-vos, per exemple, en la taula 1 del tema sobre les ceràmiques i els vidres, on es manifesta clarament les diferències que existeixen entre metalls i ceràmiques, conseqüència de la seva diferent estructura interna.



POROSITAT DELS MATERIALS CERÀMICS

Una mostra de la porositat de la ceràmica és la funcionalitat d'un objecte en vies de desaparició que s'usava fa uns anys per tenir aigua fresca: el cànir o silló. L'aigua s'hi conserva fresca perquè la porositat de la ceràmica permet absorbir aigua que s'evapora a la superfície, per la qual cosa es refreda quan l'aigua absorbeix calor per evaporar-se.

El vidre

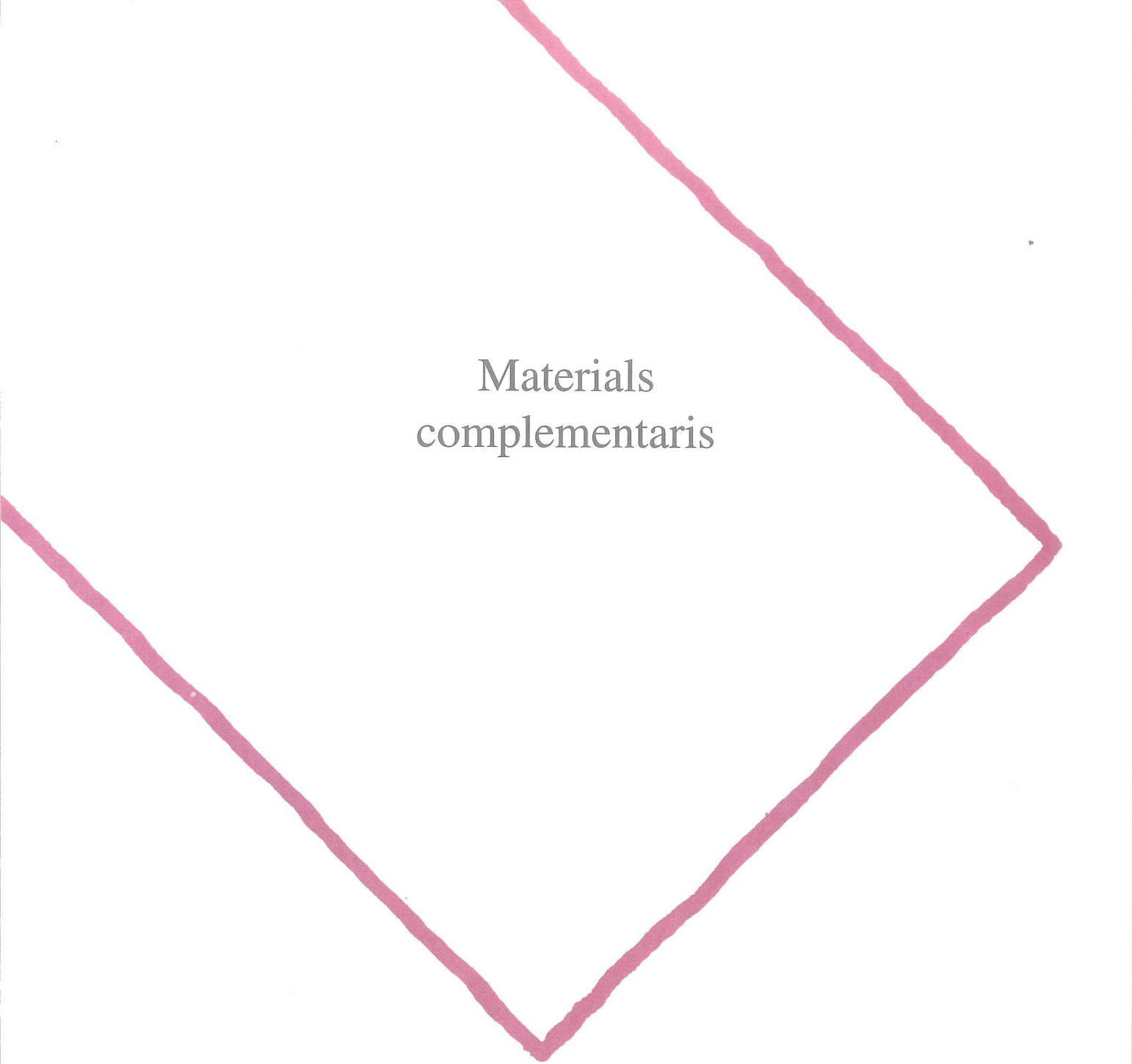


Esbrineu quines són les matèries primeres necessàries per a la fabricació del vidre i enumereu les propietats d'aquest material. Compareu-les amb les dels productes ceràmics.

Composició del vidre



D'acord amb l'activitat anterior, com penseu que serà l'estructura d'un vidre?



Materials
complementaris

Alumnat

Sòlids, líquids i gasos

La matèria la podem trobar en els següents estats: sòlid, líquid, gasós i plasma (aquest és l'estat més abundant a l'univers però del qual al planeta terra és el que menys hi ha). En aquest tema tractarem quines són les propietats macroscòpiques que presenta la matèria en funció de l'estat en què es presenta.



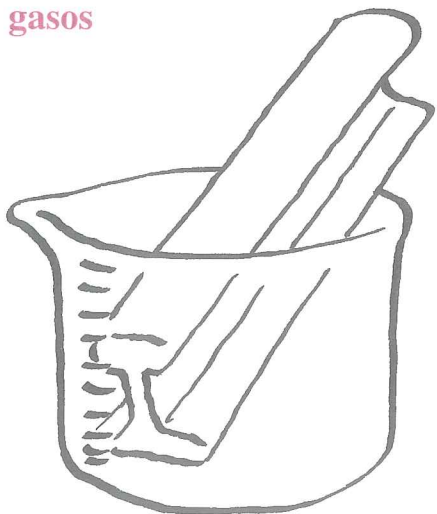
Presenten les mateixes propietats el gel, l'aigua líquida i el vapor d'aigua?

Podem comprimir l'aire? i l'aigua?

Podem olorar els sòlids?

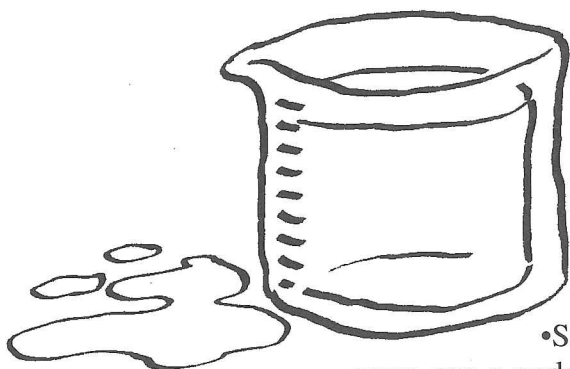
Podem escalfar una substància sòlida fins a temperatures molt altes i que es mantingui sòlida?

Sòlids, líquids i gasos



Les substàncies que estan en estat sòlid tenen les propietats següents:

- Tenen massa.
- Tenen una forma i un volum fix, sempre i quan no variem gaire la temperatura (si canvia massa es poden engrandir o bé encongir).
- Són incompressibles perquè un augment de pressió no en provoca la disminució del volum, en tot cas el que fa es trencar-lo.
- Tenen densitats (és a dir, la relació entre la massa del material i el volum que ocupa) relativament altes.



Podem dir que els materials líquids presenten les propietats següents:

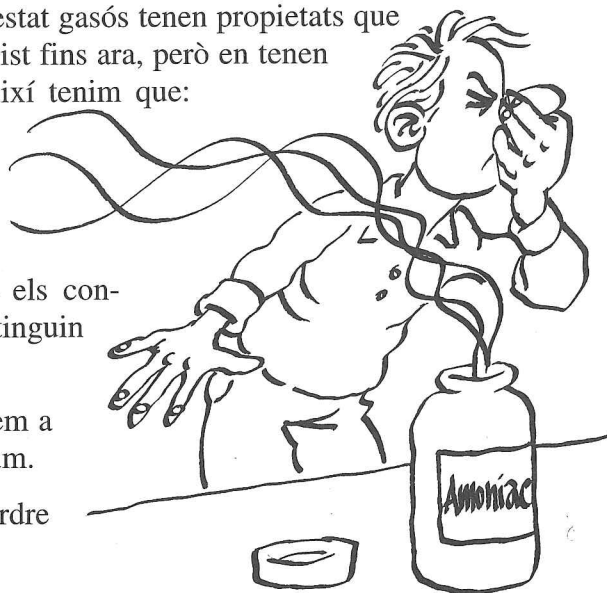
- Tenen massa.
- Tenen la forma del recipient que els conté.
- Tenen un volum fix per cada temperatura (no ocupen tot l'espai del recipient que els conté).
- Són gairebé incompressibles. Es necessiten pressions molt grans per a poder reduir el volum d'un líquid una mica.
- Són fluids (una part del material pot relliscar sobre l'altra sense trencar-se).
- Tenen una densitat, similar a les de les substàncies sòlides.

DIFUSIÓ

És una propietat dels fluids per la qual es barregen espontàniament entre si. Els gasos es difonen entre ells molt ràpidament (un perfum amb què hem ruixat en una punta d'habitació es pot olorar al cap d'un temps a l'altra punta). Els líquids ho fan més lentament que els gasos. Per exemple quan tirem tinta sobre aigua.

Els materials que es presenten en estat gasós tenen propietats que poden ser similars a les que hem vist fins ara, però en tenen d'altres que són ben diferents. Així tenim que:

- Tenen massa.
- Tenen la forma i el volum del receptacle que els conté. Ocupen uniformement els recipients que els contenen, sigui la forma que sigui i tinguin la grandària que tinguin.
- Són compressibles. Si els sotmetem a una pressió reduiran el seu volum.
- Tenen una densitat petita, de l'ordre de 10^{-3} la dels sòlids i líquids.



Canvis d'estat

L'ESTAT DE PLASMA

És el quart estat en què es pot presentar la matèria. És el més abundant a l'univers atès que tots els estels la tenen en estat de plasma.

Els plasmes són gasos ionitzats. Tenen un cert nombre de propietats mecàniques comunes amb els gasos però les seves propietats elèctriques són completament diferents.

Diem que s'ha produït un canvi d'estat quan un material passa d'un estat d'agregació a un altre. Si un material el tenim en estat sòlid i l'escalfem suficientment el podrem convertir en líquid, si el continuem escalfant, pot arribar un moment en què es converteixi en gas i si continuem escalfant obtindríem l'estat de plasma. Si, al contrari, el que fem és refredar podem passar de plasma a gas, d'aquest a líquid, i de líquid a sòlid.

Al pas de sòlid a líquid li diem: *fusió*; líquid a sòlid: *solidificació*.

Al pas de líquid a gas: *vaporització*; i el de gas a líquid: *condensació*.

El pas de sòlid a gas: *sublimació*; i el de gas a sòlid: *sublimació regressiva*.

Lleis que regeixen els canvis d'estat

Hi ha unes normes que són comunes per a tots els canvis:

1) La temperatura de canvi d'estat té un valor determinat i fix per a cada substància pura (és una propietat característica que serveix per identificar-la). Aquest valor pot canviar si canvia la pressió externa. Així, a la temperatura de canvi de:

- sòlid a líquid se l'anomena temperatura de fusió.

- líquid a gas, temperatura d'ebullició.

- i de sòlid a gas, temperatura de sublimació.

2) Mentre s'està produint el canvi d'estat, la temperatura no es modifica. Quan escalfem una substància que es troba en estat sòlid fins a la temperatura de fusió, mentre hi hagi una mica de sòlid la temperatura no es modificarà però quan tot el sòlid passi a líquid llavors la temperatura augmentarà.

3) La temperatura en què una substància passa de sòlid a líquid és igual que la del procés invers. Això és vàlid pels altres canvis.

Exemple:

Temperatura de fusió = Temperatura de solidificació

Activitats complementàries



Completa la taula següent amb les opcions que tens al costat de cada propietat. Si en coneixes alguna altra també l'hi pots posar.

<i>Propietats</i>	<i>Sòlid</i>	<i>Líquid</i>	<i>Gas</i>
Massa (sí/no)			
Volum (sí/no)			
Volum (constant/variable)			
Forma (fixa/variable)			
Compressibilitat (sí/no)			
Fluïdesa (sí/no)			
...			
...			



Discuteix les afirmacions següents:

- Un fluid és una substància que té sempre la mateixa forma.
- Si sotmetem l'oxigen a una pressió gran el podem arribar a convertir en un líquid.
- Si tenim 2 l d'aigua i els posem en un recipient que té una capacitat de 10 l ens ocuparà tot el recipient.
- Els gasos es mesclen molt bé entre si, els líquids també, però els sòlids no.
- Cada substància sòlida té una temperatura de fusió concreta que és diferent a la de les altres substàncies sòlides.
- Si tenim aigua líquida i gel en contacte, la temperatura més baixa que podem tenir és de 0°C .



Indiqueu en quin estat de la matèria es trobaran les substàncies de la taula a les temperatures que s'indiquen.

Substància	Temperatura de fusió ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura d'ebullició ($^{\circ}\text{C}$)	25°C	80°C	100°C	2000°C
aigua (H_2O)	0	100				
sofre (S)	114	444				
zinc (Zn)	420	907				
ferro (Fe)	1.540	2.800				
mercuri (Hg)	-39	357				
butà (C_4H_{10})	-135	-0'6				
oxigen (O_2)	-219	-183				
nitrogen (N_2)	-259	-252				
alcohol etílic	-117	78,5				
clorur de sodi (NaCl)	801	1.413				



Fes un dibuix on hi hagi els tres estats de la matèria units entre si pel nom que té cada canvi d'estat.

Model corpuscular de la matèria

La matèria ens la podem trobar en diferents estats. Si un mateix material el tenim en diferents estats, com per exemple l'aigua, ens trobem que té unes propietats ben diferents a cadascun, però la seva composició continua essent la mateixa. A continuació establirem un model intern per cadascun dels estats, el qual ens ha de permetre explicar el perquè d'aquestes diferències.



Per què els sòlids sempre tenen la mateixa forma i els líquids no?

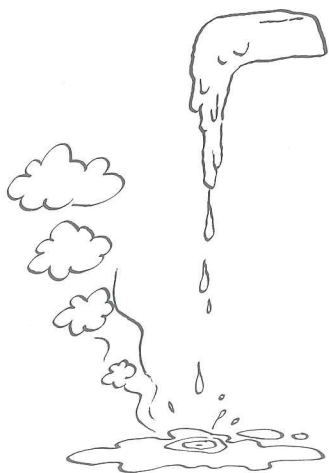
Per què els gasos són compressibles i els líquids gairebé no?

Per què els gasos i els líquids són fluids?

Els tres estats de la matèria (pensa que n'hi ha un quart: el plasma) tenen propietats comunes, com són: el fet de tenir massa i volum (és a dir ocupar un lloc a l'espai), encara que no tots tres tenen el volum fix sinó que en els gasos depèn de la grandària del recipient que els conté. D'altres que són específiques per a un estat o més: així només són compressibles els materials que estan en estat gasós; en canvi presenten fluïdesa els materials que estan en estat líquid o gasós; la forma es fixa per als materials sòlids i variable per als materials líquids i gasosos.

Tot això fa pensar que internament hi ha d'haver diferències quant a l'ordenació de les partícules, de manera que es pugui explicar aquest comportament tan diferenciat.

Encara que al llarg del temps s'han mantingut diverses hipòtesis sobre l'estructura interna de la matèria, és la primitiva idea dels grecs, que la matèria és discontinua i està formada per àtoms (per a nosaltres seran partícules) la que finalment ha estat més fructífera. Tota la matèria està formada per partícules (amb una estructura interna que estudiarem més endavant) amb espais buits entre elles.

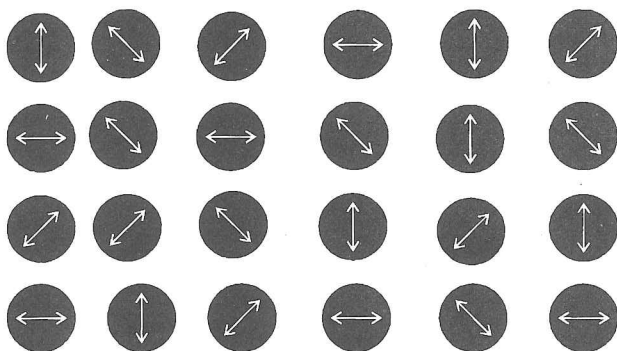


A partir d'aquí estudiarem quins tipus d'interaccions (forces) hi ha entre aquestes partícules i com estan col·locades en els diferents estats de la matèria.

Estat sòlid

Podem fer una predicció de quina estructura interna tindran els materials que es troben en estat sòlid a partir de l'estudi de les seves propietats. Així tenim que:

- Atès que la matèria està formada per partícules i que aquestes tenen massa, la *massa* del material serà el resultat de sumar la de totes les partícules que constitueixen aquest material.
- Són *incompressibles*: sembla que hi ha d'haver poc espai buit entre les partícules que formen el material, així podem deduir que les partícules que constitueixen una substància sòlida estaran bastant properes.



En un sòlid cada partícula vibra o oscil·la al voltant d'una posició central.

- La *rigidesa* i duresa dels materials sòlids pot deure's al fet que les partícules que el formen estan fortament unides, no es poden moure lliurement.
- Les *densitats* grans dels sòlids responen a la idea que en els sòlids les partícules estan pràcticament en contacte.

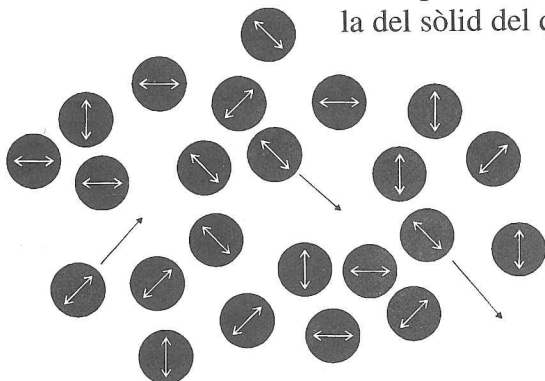
Els materials sòlids els podem classificar en cristal·lins i amorfs. Els amorfs no estan internament ordenats, per exemple: vidres i plàstics. Al contrari, un sòlid cristal·lí és una substància que té les partícules ordenades en les tres dimensions de l'espai. L'estructura interna d'un sòlid es determina experimentalment mitjançant una tècnica que es denomina difracció de raigs X.

tícules ordenades en les tres dimensions de l'espai. L'estructura interna d'un sòlid es determina experimentalment mitjançant una tècnica que es denomina difracció de raigs X.

Estat líquid

Molts sòlids es fonen i passen a estat líquid quan augmentem suficientment la temperatura. Atès que el líquid té una densitat aproximadament igual que la del sòlid del qual prové, podem dir que les partícules que el constitueixen

no deuen d'estar gaire més separades que en el sòlid, i d'altra banda, que les partícules es mantenen unides entre si per forces encara relativament intenses.



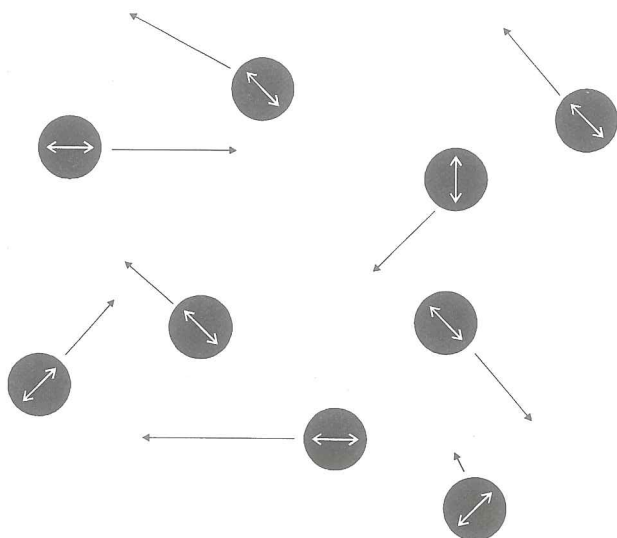
En un líquid, les partícules es mouen en totes les direccions amb una certa facilitat.

- Però els sòlids són rígids mentre que els líquids poden *fluir*. Part de la força que manté rígida el sòlid s'haurà de vèncer per tal de permetre que el líquid es mogui com un fluid, les forces entre partícules no són capaces de mantenir les partícules ordenades en una estructura rígida, i poden lliscar entre elles fàcilment, d'aquesta manera poden adoptar la forma del recipient que els conté.

- Els líquids són quasi tan *incompressibles* com els sòlids i per tant podem predir que hi ha poc espai buit entre les partícules d'un material líquid. A més a més, les forces entre partícules són fortes i per això, per a una temperatura determinada, tenen el volum constant.

- Els líquids es *difonen* (si són solubles es mesclen fàcilment) entre si, però no ho fan tan ràpidament com els gasos pel fet que no tenen tants espais buits. A més a més, les partícules que formen un líquid estan fortament unides, la qual cosa fa que no es puguin moure tan lliurement com en un gas.

Estat gasós



En els gasos, les partícules es mouen en totes les direccions amb molta llibertat.

- Els gasos tenen massa perquè les partícules que el formen tenen massa.

- Els materials que estan en estat gasós tenen una *densitat petita*, això ens indica que ocupen molt volum en proporció a la massa que tenen. Per tant poden tenir molts espais buits entre les partícules.

- Hi ha altres propietats que ens permeten confirmar l'existència d'espais buits entre les partícules d'un gas, com són: el fet que es difonen o es mesclen molt ràpidament entre ells (un gas s'introdueix ràpidament en un altre); les substàncies gasoses es poden comprimir fins que el material es converteix en líquid i ja no es pot comprimir més.

Les *forces* que hi ha entre les partícules són *febles*, es poden expandir i d'aquesta manera ocupar uniformement el recipient que les conté, adoptant la seva forma i el seu volum.

- Les partícules es mouen ràpidament en totes les direccions i d'una manera desordenada colpejant les parets del recipient i per tant exercint-hi una *pressió*.

En resum, podem dir que tota la matèria està constituïda per partícules que es mouen. Quan donem energia a un sistema (escalfant-lo, per exemple), aquest fet es posa de manifest microscòpicament per un augment de la temperatura i internament es produirà un augment de la velocitat de les partícules (recordeu que l'energia cinètica és $mv^2/2$). En tots els estats de la matèria hi ha forces entre les partícules que les mantenen properes. En els gasos aquestes forces són relativament febles en comparació de les que hi ha entre les substàncies en estat sòlid i líquid.

Canvis d'estat

Escala centígrada	Escala Kelvin
100°C	373 K
0°C	273 K
-273°C	0 K

Escala de temperatures absolutes.

A partir del model intern de la matèria podem explicar què passa internament quan es produeix un canvi d'estat.

Si tenim un material sòlid i l'escalfem, amb l'augment progressiu de la temperatura les partícules cada vegada acumularan més energia de tal manera que es poden allunyar les unes de les altres, amb la qual cosa poden "fugir" de la seva estructura i passar a l'estat líquid.

L'energia de les partícules del líquid augmentarà també progressivament si les continuem escalfant fins que aconseguixin passar a l'estat gasós, on són bastant lliures.

Si continuem escalfant les partícules del gas adquiriran cada vegada més velocitat, xocaran entre elles i amb les parets del recipient i es convertiran en ions i així tindrem l'estat de plasma. I a l'inrevés, si anem disminuint la temperatura té lloc el procés invers.

Agregats d'àtoms

Les partícules que formen els gasos, líquids i sòlids estan constituïdes per àtoms. Els àtoms, en general, no són lliures i independents els uns respecte dels altres.

En condicions normals es troben associats entre ells formant grups a partir de dos àtoms i fins a un nombre massa gran com per poder-los comptar. Aquests grups s'anomenen molècules. Una molècula és una agrupació d'àtoms iguals o diferents enllaçats entre si i que en una substància es van repetint.

Les partícules de què hem parlat també poden ser ions. Però què és un ió? Un ió és un àtom o un grup d'àtoms enllaçats entre si que tenen excés o defecte de càrrega elèctrica.

Podem concloure aquest apartat dient que la matèria està constituïda per partícules, les quals poden ser, segons el material de què es tracti, àtoms solts (gasos nobles), molècules (H_2O) i ions (NaCl que conté els ions Na^+ i Cl^-).

Observeu les figures següents, hi podeu reconèixer dues substàncies en els diferents estats de la matèria. L'una correspon a un gas noble les partícules del qual són àtoms (vegeu figura 1), i l'altra correspon al diòxid de carboni (CO_2), en el qual els àtoms estan agrupats formant molècules (vegeu figura 2).

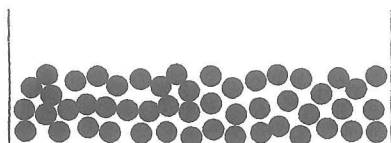
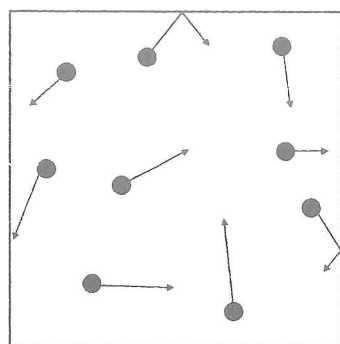


Fig. 1.

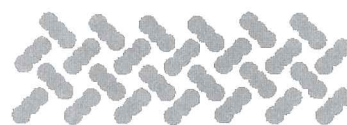
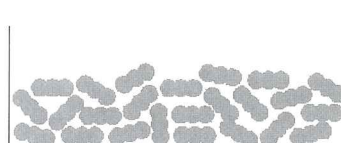
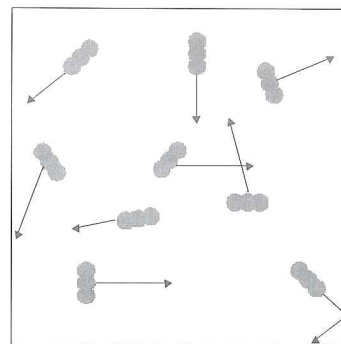


Fig. 2.

Activitats complementàries

1

A l'interior d'una xeringa tenim un gas com el de la figura, dibuixa com quedaran les partícules si disminuïm el volum a la meitat.

2

Les fórmules següents: H_2 , $C_6H_{12}O_6$ i NH_3 , representen l'hidrogen, la glucosa i l'amoniac. Quantes molècules diferents tenim? Quants àtoms tenen cadascuna?

3

Discuteix les afirmacions següents:

- Les partícules que formen qualsevol sòlid sempre estan quietes.
- La matèria internament no té espais buits.
- Les partícules d'un gas no tenen massa i per tant els gasos no pesen.
- Quan escalfem una substància les seves partícules es mouen més lentament.



Propietats característiques de la matèria

Les substàncies tenen propietats que són característiques, com per exemple la temperatura de fusió i la d'ebullició, la densitat, etc. Si volem identificar una substància, aquestes propietats són les que primer haurém de determinar.



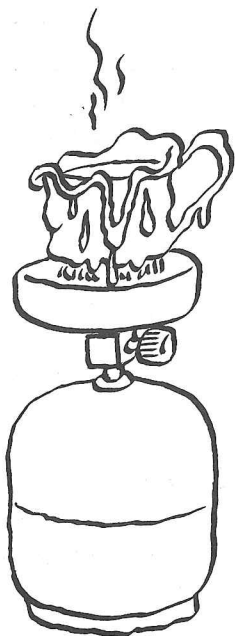
Totes les substàncies sòlides tenen la mateixa temperatura de fusió?

Tenen la mateixa densitat el mercuri i l'aigua?

Són igual de solubles en aigua el clorur de sodi (sal de cuina) i el ferro?

Quina substància és més conductora de l'electricitat l'aigua o el ferro?

Propietats característiques



Si tenim un objecte i volem determinar de quin material està fet, el primer pas seria mesurar per exemple la massa o el volum, però després d'haverlos mesurat nosaltres a partir dels valors obtinguts no podríem dir: «com que la seva massa és de 832 g el material és ferro» o «com que té un volum de 0'5 l és alumini». Aquestes propietats no ens serveixen per poder identificar els materials

En canvi, si determinem la massa i el volum d'un objecte i fem el quocient entre els dos valors resultants obtenim un valor que correspon a una magnitud a la qual anomenem densitat. Aquesta magnitud sí que depèn del tipus de material de l'objecte i sí que ens pot ajudar a identificar substàncies.

La matèria té unes propietats, com són la massa, el volum, la temperatura etc., la determinació de les quals no ens permet dir amb quin material estem treballant, però hi ha d'altres propietats de la matèria que, si sabem quin és el seu valor, ens ajuden a identificar substàncies. Aquestes propietats es denominen propietats característiques de cada material.

Alguns exemples d'aquestes poden ser: la densitat, la temperatura de fusió, la d'ebullició, la solubilitat, el color, la duresa...

Què són les propietats característiques de la matèria? Són aquelles propietats el valor de les quals no depèn de la forma o grandària d'un cos sinó que només depèn del tipus de material que sigui. Totes aquestes propietats estan tabulades i recollides en llibres de dades.

Temperatura de fusió i d'ebullició

Denominem temperatura de fusió la temperatura en què una substància passa de l'estat sòlid a líquid. És característica per a cada substància. La temperatura d'ebullició és la temperatura en què una substància passa de líquid a gas. Així l'aigua té una temperatura de fusió de 0°C i d'ebullició de 100°C .

Densitat



Es diu densitat d'un cos a la massa que té una unitat de volum. Per exemple, quan diem que l'aigua té una densitat d' 1 g/cm^3 , el que estem dient és que si prenem un volum d'aigua d' 1 cm^3 tenim una massa d' 1 g ; quan diem que el ferro té una densitat de 7.8 g/cm^3 volem dir que en 1 cm^3 de ferro tindrem una massa de 7.8 g , si prenem 10 cm^3 de ferro tindrem una massa de 78 g .

Si sabem la massa d'un objecte i el seu volum, podem calcular la seva densitat utilitzant l'expressió següent:

$$\text{densitat} = \text{massa/volum}$$

En el SI (Sistema Internacional) la unitat de la densitat és el kg/m^3 . Com que aquesta unitat resulta petita moltes vegades utilitzem el g/cm^3 .

Solubilitat

Si tenim aigua i li afegim a poc a poc sal de cuina (NaCl), aquesta es dissoldrà fins que arribarà un moment que ja no ho farà més, diem que hem obtingut una dissolució saturada. Ens passaria el mateix si hi fiquéssim sucre, però si mesuréssim la quantitat màxima que l'aigua admet de sucre o de sal, ens sortiria una quantitat diferent. Si la mateixa experiència la fem amb grafit (la mina del llapis) o ferro veurem que no es dissolen, per tant diem que no són solubles.

Així, tenim que cada substància, segons la seva naturalesa, es pot dissoldre en uns dissolvents i no en altres, o no dissoldre's en cap; a més a més, per a cada substància la quantitat màxima que es dissolt depèn de quin tipus de substància sigui.

Definim solubilitat com la màxima quantitat de solut que es pot dissoldre en un dissolvent. Aquesta quantitat és característica per a cada substància. El valor de la solubilitat canvia amb la temperatura, que normalment augmenta en augmentar la temperatura, encara que hi ha algun cas que disminueix.

Conductivitat elèctrica

Diem que els metalls són materials que condueixen el corrent elèctric bastant bé, però si mesurem com n'és de conductor un bocí de sal veuríem que en estat sòlid no és conductor; l'aigua pura és una substància molt poc conductora i l'aire també és un mal conductor. El fet que una substància sigui o no conductora de l'electricitat dependrà del tipus de material que sigui, per la qual cosa la conductivitat esdevé una propietat característica de cada material.

Activitats complementàries

1 Si tenim una mostra líquida d'una substància desconeguda, quines proves realitzaries al laboratori per poder dir de quina substància es tracta?

2 Tenim les següents dades, de tres substàncies:

	Massa (g)	Volum (cm ³)	Temperatura fusió (°C)	Temperatura d'ebullició (°C)
Substància 1	3'4	2	650	1.098
Substància 2	43'5	15	1.450	descompon
Substància 3	35'7	12'3	283	732

- Quina és la densitat de cada substància?
- Poden ser les tres la mateixa substància?
- Quines substàncies seran?

3 Determina la temperatura de fusió del naftalè.

Substàncies pures i mescles

Pràcticament tota la matèria que ens envolta està formada principalment per mescles i també algunes substàncies pures. Estudiarem com es poden classificar les mescles, separar-ne els components i així obtenir substàncies pures, i com aquestes les podem tornar a classificar en elements químics o compostos.



És l'aire una mescla o una substància pura?

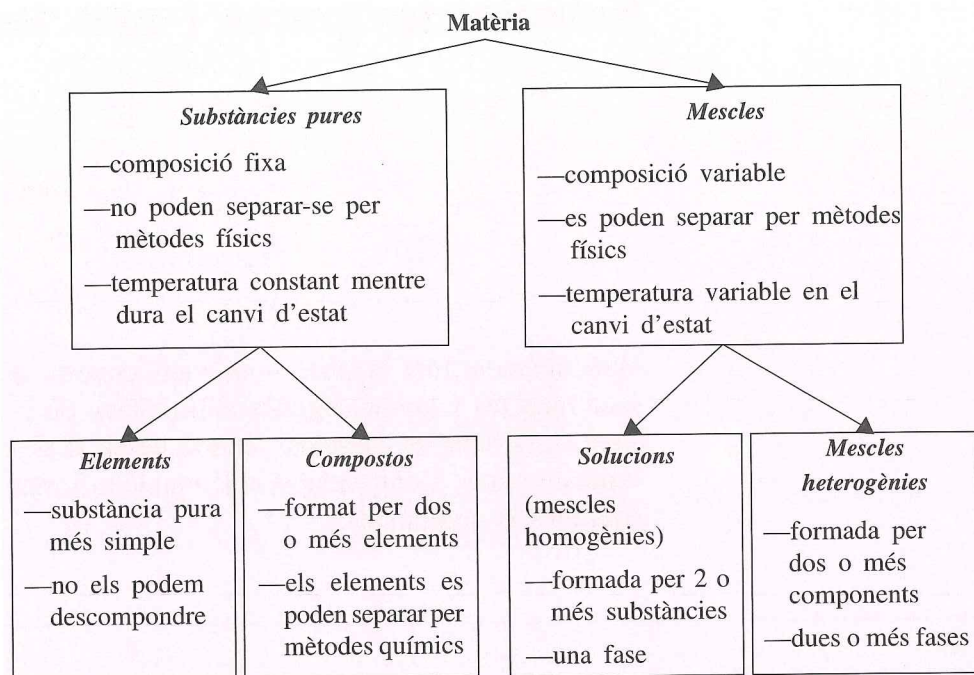
L'aigua, és una mescla d'oxigen i hidrogen, o bé és un compost d'hidrogen i oxigen?

Les joies són només d'or?

Per què l'aigua de l'aixeta no té una temperatura d'ebullició constant?

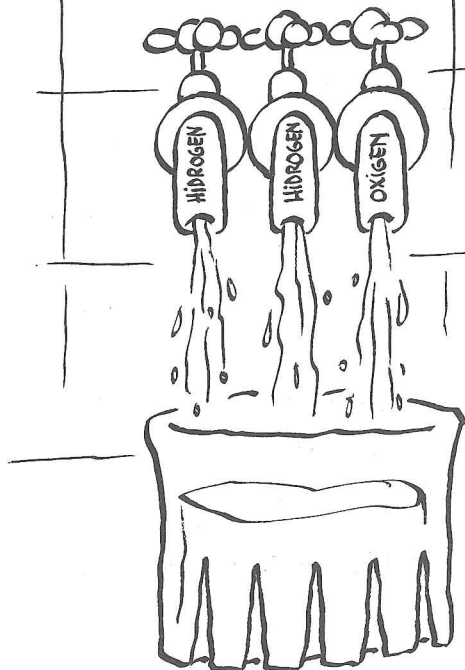
Pràcticament tota la matèria que ens envolta està formada per *mescles* i, *substàncies pures* (n'hi ha molt poques). Així:

- L'aire és una mescla homogènia de nitrogen i oxigen, fonamentalment.
- Les roques són mescles de minerals. Poden ser homogènies o heterogènies.
- La llet és una mescla d'aigua i d'altres components.
- El vidre és una mescla sòlida de diferents compostos.
- L'acer és una mescla sòlida de ferro i d'altres metalls.
- L'or és pot trobar en estat pur. Però en joieria s'utilitza mesclat amb d'altres metalls.



Substàncies pures

Una substància pura és essencialment el que ens en diu el nom: una substància que tota ella i només ella està formada per la mateixa substància. Així, l'aigua pura és aigua i res més; si parlem d'oxigen pur, és que només tenim oxigen.



Com serà a nivell intern una substància pura? Diem que la matèria està constituïda per partícules; a les substàncies pures les partícules són totes iguals. Cada substància pura la podem representar mitjançant una fórmula que ens indica quina classe d'elements hi intervenen i en quina proporció hi són. Per exemple, l'aigua, sigui en l'estat que sigui, sempre té de fórmula H_2O , que vol dir que a l'aigua hi ha oxigen i hidrogen, i que per cada àtom d'oxigen en tenim dos d'hidrogen.

La temperatura de canvi d'estat d'una substància pura no varia mentre s'està produint el pas d'un estat a l'altre, per exemple si considerem l'aigua líquida, i l'escalfem fins $100^\circ C$ mentre tinguem una mica d'aigua líquida en contacte amb aigua gas la temperatura se'ns mantindrà a $100^\circ C$.

Així, podem definir una *substància pura* com una substància d'aspecte homogeni, composició invariable i propietats característiques constants. Les substàncies pures les podem classificar en elements químics i compostos.

Elements

Grup 17: halògens

fluor	F
clor	Cl
brom	Br
iode	I
astat	At

Són les substàncies més simples que podem trobar. En aquest grup entren tots els elements químics que hi ha a la taula periòdica. Actualment es coneixen 109 elements. Els podem classificar en metalls i no-metalls.

A cada element químic li correspon un símbol, aquest s'escriu amb una primera lletra en majúscules i si cal una segona lletra en minúscules.

Podem dir que un element químic és una substància pura, que no es pot descompondre en d'altres més simples. A nivell intern podem dir que un element químic està constituït per àtoms que tenen tots el mateix nombre de protons (el mateix nombre atòmic). Per exemple: coure, sodi, hidrogen,...

Compostos

Es formen quan *es combinen* dos o més elements químics. A cada compost li correspon una *fórmula*, que com hem dit abans ens representa quins elements el componen i en quina proporció hi són.

Si un compost el volem descompondre per obtenir els elements que el formen, ho haurem de fer mitjançant processos químics (reaccions químiques).

Així, l'aigua per electròlisi es pot descompondre en hidrogen i oxigen.



Podem dir que *un compost* és una substància pura formada per dos o més elements que estan combinats en proporcions fixes i que es pot descompondre en els seus elements mitjançant reaccions químiques.

Mescles

QUÈ ÉS UNA FASE?

És una regió en què totes les propietats químiques i físiques són les mateixes.

Exemples:

—diem que hi ha una sola fase: a l'aigua del mar, al vinagre, en un bocí de coure,...

—diem que hi ha dues fases o més: a l'aigua i oli, al granit, a l'aigua líquida i gel,...

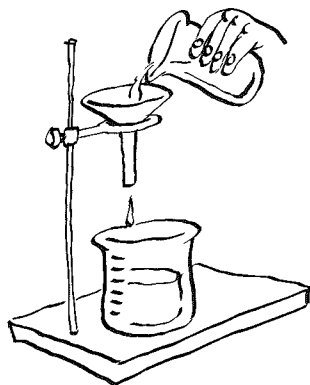
A vegades, observant visualment un material, podem dir que un material és una mescla, com per exemple el granit, en el qual veiem diferents components de diferents colors. Però d'altres vegades ens es difícil dir això perquè ho veiem tot igual (homogeni), per exemple la mescla d'aigua i sal de cuina (NaCl, clorur de sodi), que visualment ens pot semblar aigua pura.

Una mescla és una fase gasosa, líquida o sòlida que conté dues o més substàncies pures que no estan químicament unides i que per tant continuen conservant la seva identitat. Segons l'aspecte les mescles les podem classificar en homogènies i heterogènies.

Un compost també es pot descompondre en altres compostos diferents, per exemple, si escalfem el carbonat de calci, se'ns descompon en diòxid de carboni i òxid de calci.



Mescles heterogènies



Filtració.

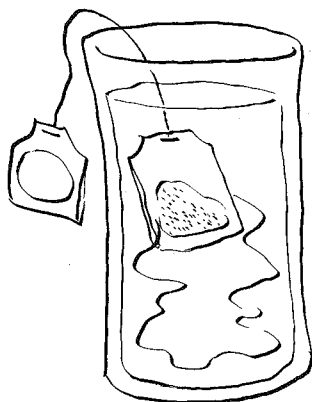
Un exemple de mescla heterogènia pot ser el granit. Diem que una mescla és heterogènia quan la composició i les propietats varien d'una part de la mescla a l'altra, de tal manera que hi podem distingir diferents fases. Per exemple, la mescla d'aigua i oli, o també una mescla de sorra i grava.

Moltes vegades, a nivell industrial i també domèstic, ens trobem amb la necessitat de separar els components d'una mescla per poder obtenir substàncies pures, per fer això utilitzem algun mètode dels que descrivim a continuació.

a) La filtració: s'utilitza per separar un sòlid que no és soluble en un líquid o gas. S'utilitza un filtre que té un diàmetre més petit que el de les partícules del sòlid a filtrar.

b) La decantació: operació que permet separar substàncies immiscibles (no solubles) entre si i que tenen diferent densitat.

Mescles homogènies



Extracció.

Quan barregem aigua i sal de cuina obtenim una mescla que presenta només una sola fase, diem que és una mescla homogènia. L'aigua que ens arriba a casa té un aspecte uniforme però no és una substància pura, és una mescla, ja que porta sals en dissolució. Les mescles homogènies també es poden denominar *solucions o dissolucions*.

Com podem definir el concepte de mescla homogènia? És un material d'aspecte uniforme (només veiem una fase) que té la mateixa composició en totes les seves parts.

Però, segons això, com podem diferenciar una substància pura del que és una mescla homogènia? Si determinem la temperatura d'ebullició de l'aigua de l'aixeta veurem que no té un valor fix (el termòmetre no queda aturat a 100°C), si ho comprovem amb aigua pura (aigua destil·lada) el termòmetre ens marcaria 100°C. La diferència rau en el fet que les solucions no tenen les temperatures de canvi d'estat constant, sinó que van variant.

Mètodes de separació

Quan tenim una mescla homogènia i volem separar els components que la formen perquè d'aquesta manera obtindrem substàncies pures podem utilitzar algun d'aquests mètodes: evaporació, destil·lació, cristallització, extracció.

De tota manera les separacions mai són perfectes i sempre obtenim la substància que volem aconseguir amb algunes impureses.

Activitats complementàries

 Classifica les substàncies segons tinguin un aspecte homogeni o heterogeni: oli, aigua d'una bassa, alcohol, sal comuna (sal de cuina), llet, una llauna de conserva, cendra, un grapat de terra, sucre, taronjada, lleixiu, detergent de rentadora, moneda, grafit (la mina del llapis).

Saps si les substàncies anteriors són substàncies pures o són mescles?

 Digues quins tipus de mescla donarien:

- a) Un sòlid insoluble en un líquid.
- b) Un sòlid soluble en un líquid.
- c) Un líquid soluble en un altre líquid.
- d) Dos líquids immiscibles.
- e) Un gas una mica soluble en un líquid.

Quins mètodes de separació aplicaries per separar els components de les mescles abans esmentades.

 Fes un diagrama que mostri les operacions que realitzaries per separar els components d'una barreja de sal, aigua i oli.

 Indiqueu si són certes o falses les següents proposicions:

- a) Un material heterogeni no pot estar format per substàncies pures.
- b) Una dissolució sempre té la mateixa temperatura d'ebullició que el dissolvent pur.
- c) L'alcohol etílic no és soluble a la sang.
- d) L'aigua de pluja és aigua destil·lada.
- e) Rentar la roba és un procés d'extracció. Preparar una infusió és un procés de destil·lació.

Enllaç químic

El model de partícules estudiat fins ara permet explicar l'estructura interna de sòlids, líquids i gasos, i també quines són les seves diferències. Però, de substàncies sòlides, per exemple, n'hi ha de molts tipus. Explicar les diferències entre substàncies, sigui en l'estat que sigui, és un dels objectius principals d'aquest crèdit i ho abordarem, concretament, en aquest apartat. Les partícules estan formades per àtoms. Els àtoms estan units mitjançant forces, que poden ser fortes o febles. Les fortes es coneixen com enllaços químics. Estudiarem els tres tipus de forces interatòmiques més fortes: enllaç iònic, enllaç covalent i enllaç metàl·lic.



Per què l'oxigen és un gas a temperatura ambient i el clorur de sodi és un sòlid?

Per què el mercuri és tan dens i el gas hidrogen tan poc?

Per què els metalls condueixen bé l'electricitat i l'oxigen no?

Per què observem propietats tan diferents entre les substàncies?

Propietats de la matèria

La matèria que ens envolta es presenta en forma de substàncies que tenen aspecte i propietats diferents:

- Hi ha substàncies que tenen un aspecte cristal·lí, com és la sal comuna (NaCl), i en general totes les sals; altres són de color gris i lluent com per exemple els metalls, i d'altres no tenen cap aspecte en concret, és el cas de l'oxigen.
- En general moltes sals (com el clorur de sodi) són solubles en aigua i en canvi els metalls no.

—Hi ha materials que són molt densos, com l'or, i d'altres molt poc com l'oxigen o l'aigua.

—El ferro s'oxida a temperatura ambient i el sofre no.

Observem que les diverses substàncies tenen propietats físiques i químiques diferents, com poden ser: la temperatura de fusió i d'ebullició, la densitat, la solubilitat, el comportament químic, etc. Algunes d'aquestes propietats són característiques del tipus d'enllaç que presenten els àtoms quan s'uneixen per formar una substància.

Classificació de les substàncies

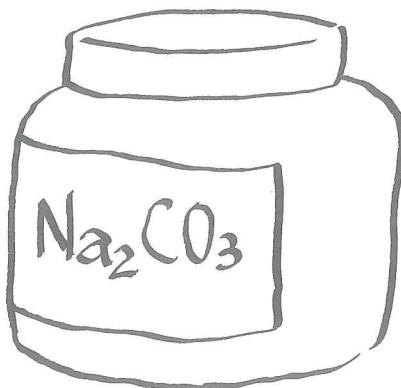
L'estudi de les propietats d'un material ens pot donar informació sobre el tipus d'unió que hi ha entre els àtoms que el formen. Si intentem classificar els materials que coneixem, segons característiques o propietats que tinguin en comú entre si, els podem agrupar en quatre grans grups, l'estudi d'aquests el fem a continuació.

Grup 1

Diem que són substàncies iòniques les que tenen les propietats següents:

Substàncies iòniques

- Són sòlides a temperatura ambient i tenen temperatura de fusió i d'ebullició elevades.
- Tenen aspecte cristal·lí, internament les partícules estan ordenades de manera que formen xarxes cristal·lines.
- Són solubles en dissolvents del tipus de l'aigua i no ho són en dissolvents tipus benzè (dissolvents orgànics).
- Són fràgils, és a dir es trenquen fàcilment.
- No són conductores del corrent elèctric en estat sòlid però sí quan estan foses o en dissolució.



Grup 2

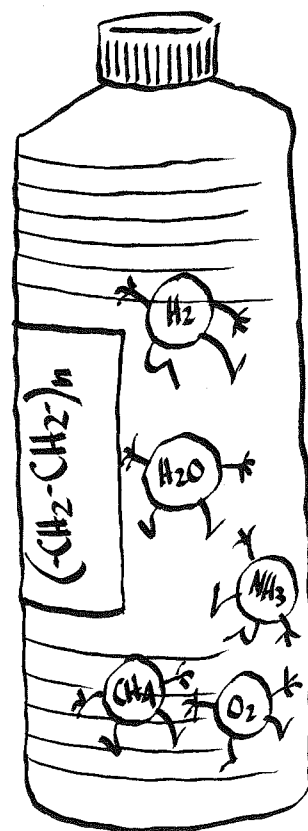
Substàncies moleculars

Aquestes substàncies es caracteritzen perquè:

- Tenen punts d'ebullició i de fusió molt baixos, el que fa que sovint es trobin a temperatura i a pressió ordinàries en estat gasós.
- Estan formades per molècules molt estables.
- Els gasos estan constituïts per molècules d'una gran estabilitat pel fet que resisteixen, generalment, temperatures molt altes sense descompondre's.
- La majoria no són solubles en aigua però sí en dissolvents orgànics, tals com l'èter o el benzè.
- No condueixen el corrent elèctric, ni foses ni en dissolució.

Atès el seu comportament, sembla que hi ha unions molt fortes entre els àtoms que constitueixen les molècules i forces d'unió febles entre les molècules.

En aquest grup hi ha inclosos els *polímers*, que són substàncies orgàniques sòlides que s'estoven i cremen amb facilitat quan s'escalfen.

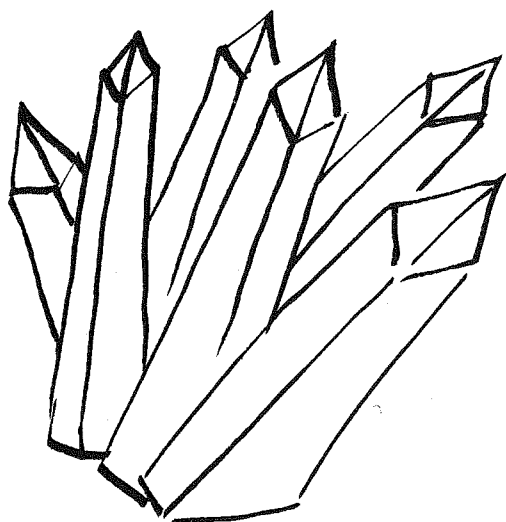


Grup 3

Substàncies atòmiques

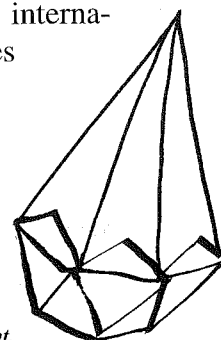
També denominades substàncies *covalents o reticulars*. Tenen les propietats següents:

- Tenen temperatures de fusió molt elevades i per aquest motiu són sòlides a temperatura ambient.



Quars.

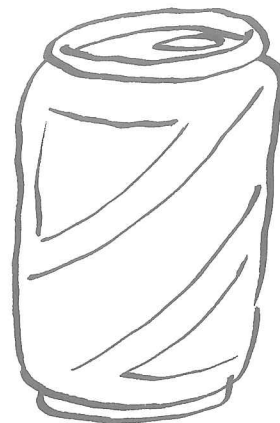
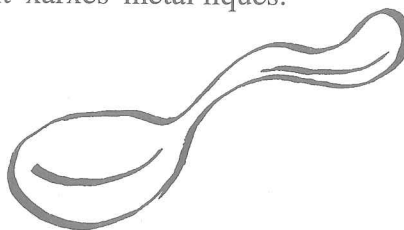
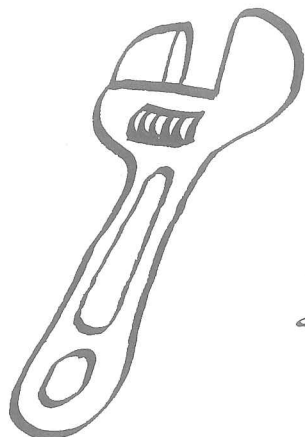
- No són conductores de l'electricitat.
- Són substàncies molt dures i a la vegada molt fràgils.
- Són insolubles en tot tipus de dissolvents.
- No tenen molècules individuals, internament formen xarxes cristal·lines atòmiques.



Diamant.

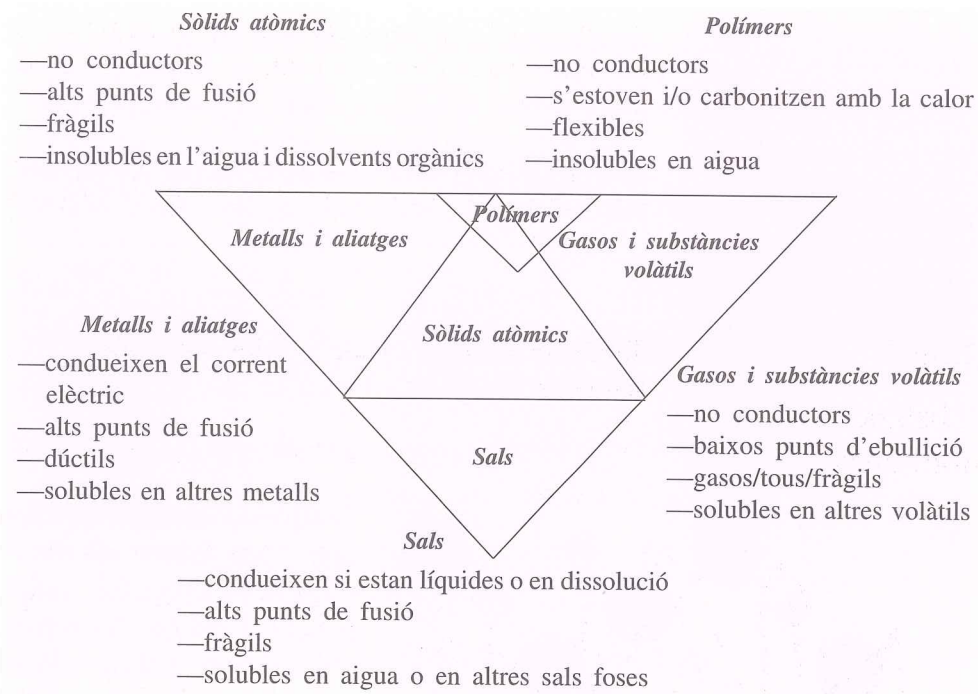
Grup 4

Substàncies metàl·liques



Els materials classificats com a metàl·lics tenen les propietats següents:

- Són de color gris (menys l'or i el coure) i brillantor metàl·lica
- Són bons conductors de la calor i l'electricitat.
- Són dúctils (es poden estirar en forma de fils) i mal·leables (es poden estendre en forma de làmines).
- Tenen els àtoms agrupats d'una forma característica: formant xarxes metàl·liques.



Enllaç químic



La matèria està formada per àtoms. Els àtoms s'atrauen i s'uneixen formant agregats atòmics estables. A la força que manté units els àtoms se l'anomena força d'enllaç. Les forces d'enllaç són sempre d'origen elèctric. Els àtoms s'uneixen entre si perquè l'energia d'un conjunt de dos o de més àtoms en un agregat atòmic és menor que la suma de les energies de cada àtom separatament.

Les propietats d'un material depenen dels àtoms que el formen i del tipus d'unió que tenen. Hi ha tres tipus d'enllaços diferents:

—Enllaç iònic: és el de les substàncies classificades com iòniques.

—Enllaç covalent: és el de les substàncies moleculars i les atòmiques.

—Enllaç metàl·lic: és el de les substàncies metàl·liques.

Enllaç iònic

Es produeix quan es combinen un element químic amb *caràcter metàl·lic* i un element amb *caràcter no metàl·lic*. L'enllaç iònic és la força electroestàtica que atreu les partícules (ions) amb càrrega elèctrica oposada.

Formació dels ions

QUÈ SÓN ELS IONS?

L'àtom és una partícula que té nucli i escorça. Al nucli té càrrega positiva (protons) i a l'escorça hi té càrrega negativa (electrons).

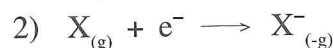
Si l'àtom és neutre tenim el mateix nombre de càrregues positives i de negatives.

Si per algun motiu perd o capta electrons es converteix en un ió amb tantes càrregues com electrons ha guanyat o cedit.

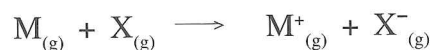
L'enllaç iònic es forma quan un àtom guanya i un altre perd un o més electrons. Quan un àtom perd un electron (portat prèviament a estat gasós) produeix un ió positiu o *catió*.



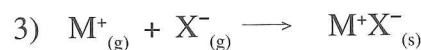
mentre que si guanya un electró produeix un ió negatiu, o *anió*



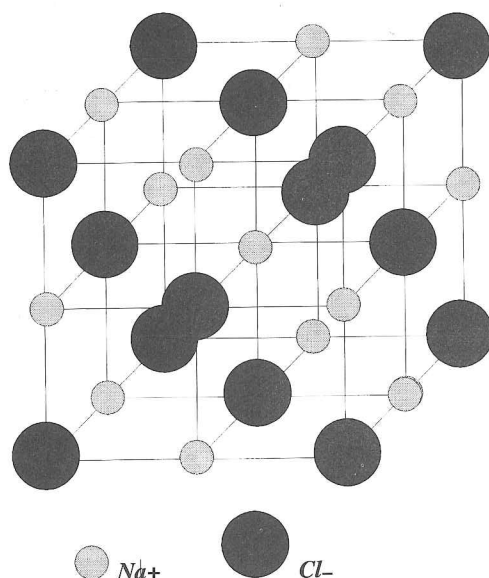
Si l'electró que perd M és guanyat per X podem representar el procés general per



Els ions M^+ i X^- així formats s'atrauen entre ells perquè tenen càrrega elèctrica oposada:



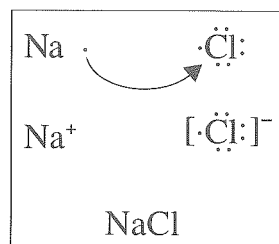
D'aquesta atracció en diem enllaç iònic. Una vegada que s'han format els ions els podem considerar com a esferes carregades, cadascuna amb el signe corresponent. Com que les forces elèctriques es fan en totes les direccions de l'espai, un ió en concret exercirà atraccions sobre tots els ions de càrrega oposada i intentarà tenir-los al més a prop possible. Atès que els ions amb la mateixa càrrega es repel·leixen, s'establirà un equilibri entre les forces d'atracció i de repulsió. El resultat serà que els ions s'ordenaran i formaran una *xarxa cristal·lina*.



Balanç energètic del procés

Per poder produir el procés 1 hem de subministrar energia (per exemple per escalfament) a l'àtom. D'aquesta energia en diem *potencial d'ionització*.

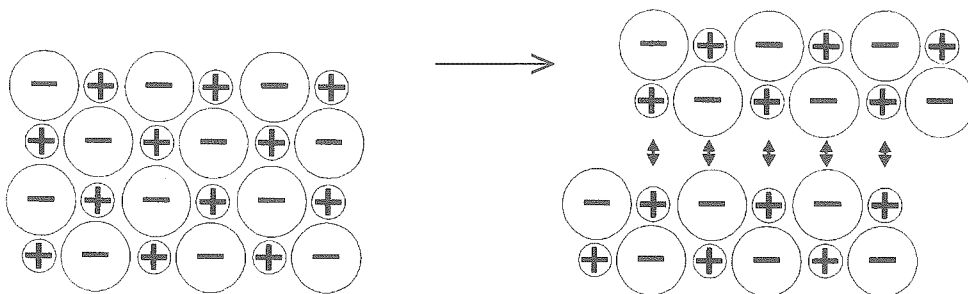
En el procés 2 generalment se'ns despendrà energia, d'aquesta energia se'n diu *afinitat electrònica* o *electroafinitat*. En el procés 3 es despendrà energia. D'aquesta energia en diem *energia reticular* i és l'energia que es despendrà quan els ions en estat gasós passen a estat sòlid i s'ordenen. El balanç energètic total ha de ser negatiu (es despendrà energia), sinó la substància no es formarà.



Formació del clorur de sodi (fórmules de Lewis).

Justificació de les propietats dels sòlids iònics

- Són durs, com que les forces electroestàtiques són fortes, és difícil distorsionar el cristall, però són fràgils, el cristall es trenca quan per accions externes les forces d'atracció són reemplaçades per les de repulsió.



- Els sòlids iònics tenen generalment temperatures de fusió i ebullició altes. Fondre aquests materials suposa desfer la xarxa cristal·lina. Si els escalfem, els ions vibraran cada vegada amb més velocitat, de manera que les forces d'atracció cada vegada es fan més febles i passa a estat líquid. Com que l'enllaç iònic és fort els hem de donar molta energia perquè això succeeixi.
- Els sòlids iònics no són conductors de l'electricitat. Una substància és conductora de l'electricitat quan té possibilitat de tenir càrrega en moviment. Els ions dels sòlids iònics tenen poca mobilitat i per tant no conduiran el corrent elèctric, però sí que ho faran fosos o en dissolució, atès que llavors els ions tenen possibilitat de moure's.
- Són en general solubles en aigua. L'aigua exerceix forces de tipus elèctric sobre la substància iònica i en trenca l'ordenació. L'ió s'hidrata.

Enllaç covalent

Quan es combinen els no-metalls entre si, ho fan a través d'un enllaç covalent. L'enllaç covalent té lloc quan dos àtoms tenen un comportament semblant quant a la tendència a guanyar o a perdre electrons. En aquestes condicions no es produeix transferència completa d'un o més electrons sinó que els electrons són compartits entre els àtoms

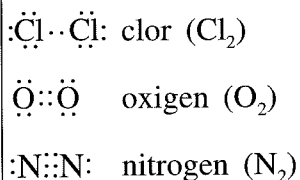
Si comparteixen un parell d'electrons es forma un enllaç simple.

Si comparteixen dos parells d'electrons es forma un enllaç doble.

Si comparteixen tres parells d'electrons es forma un enllaç triple.

Molècules

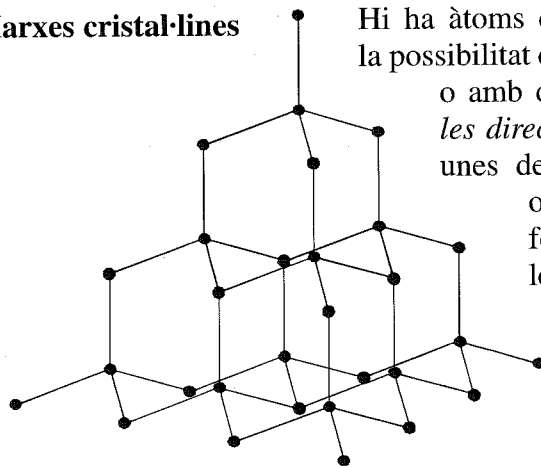
L'enllaç covalent pot originar unes agrupacions anomenades molècules que són una combinació de dos o més àtoms. Atès que les forces d'unió només es fan en una direcció (en l'iónic són en totes les direccions) es formen aquestes agrupacions de pocs àtoms.



Entre molècules també hi ha forces però són més febles que l'enllaç covalent, per aquest motiu les substàncies moleculars, a temperatura ambient, les podem trobar com a substàncies gasoses o bé com a sòlids o líquids amb un baix punt de fusió.

En alguns materials ens trobem molècules amb un nombre molt elevat d'àtoms (normalment d'aquests hi ha un petit grup que es repeteixen en la molècula), són les denominades *macromolècules*, com és el cas dels plàstics i de la cel·lulosa.

Xarxes cristal·lines



Xarxa cristal·lina del diamant.

Hi ha àtoms de no-metalls, per exemple B, C, Si, Ge, etc., que tenen la possibilitat de formar tres o quatre enllaços covalents amb ells mateixos o amb d'altres elements. Aquests enllaços *no poden ser en totes les direccions* (com les iòniques), sinó que només es poden fer en unes de determinades donant lloc a estructures tridimensionals ordenades, les anomenades xarxes cristal·lines. Les unitats fonamentals en aquestes xarxes són àtoms, a diferència de les iòniques que tenen ions.

Les unions entre els àtoms seran totes fortes perquè són *enllaços covalents*, la qual cosa fa que tinguin unes propietats diferents a les substàncies que estan constituïdes per molècules, per exemple el fet de tenir temperatures de fusió i ebullició elevades, densitats grans...

Electronegativitat

Un enllaç covalent està format per un parell d'electrons que comparteixen els dos àtoms que intervenen a l'enllaç. Però si els àtoms que formen l'enllaç són diferents, exerciran forces diferents sobre el parell d'electrons fent que els electrons estiguin més propers a un dels àtoms que intervé a l'enllaç que de l'altre.

Taula 1. Electronegativitat dels elements.

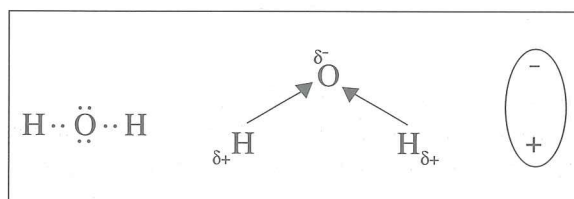
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>Grup</i>
							H					
Li	Be						B	C	N	O	F	4
Na	Mg						Al	Si	P	S	Cl	
K	Ca	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	3
Rb	Sr	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	
Cs	Ba	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	
Fr	Ra											

Electronegativitat

Quan dos àtoms s'ajunen per formar un enllaç covalent tenim dues opcions:

$$\text{H} : \text{H} \qquad \text{Cl} : \text{Cl}$$

Els àtoms són iguals i per tant atrauen per igual el parell d'electrons i estan situats a la mateixa distància dels dos nuclis. Diem que l'enllaç és *no polar*, és a dir, la molècula no té pols elèctrics.

$$\text{H}:\text{O}:\text{H}$$


51

Els àtoms amb electronegativitat idèntica donen enllaços covalents no polars; els àtoms amb electronegativitat diferent donaran enllaços polars i seran més polars com més gran sigui la seva diferència d'electronegativitat.

Caràcter iònic parcial Quan s'enllacen dos àtoms de gran diferència d'electronegativitat el resultat es classifica millor com un enllaç iònic (taula núm. 2). No hi ha un límit definit per poder distingir l'enllaç covalent de l'ióic. En la mesura que un enllaç és més polar, la substància mostra més les propietats de les substàncies iòniques.

Taula 2.
Percentatge de caràcter iònic.

Diferència electronegativitat $X_a - X_b$	% d'enllaç iònic
0,2	1 %
0,6	9 %
1,0	22 %
1,4	39 %
1,8	55 %
2,0	63 %
2,4	76 %
2,8	86 %
3,2	92 %

Un enllaç es denomina covalent quan té un alt grau (percentatge) de caràcter covalent, mentre que el denominat iònic en té poc d'aquest caràcter. L'especificació del grau de caràcter iònic d'un enllaç és una altra manera d'indicar alguna cosa respecte a la polaritat de l'enllaç.

A la taula 2 podem observar les relacions entre la diferència d'electronegativitat i el tant per cent (%) de caràcter iònic en un enllaç covalent.

Justificació de les propietats de les substàncies amb enllaç covalent

Les propietats són diferents segons si la substància està formada per molècules o be àtoms situats en xarxes cristal·lines, i segons la seva constitució interna les classifiquem com a moleculars o atòmiques.

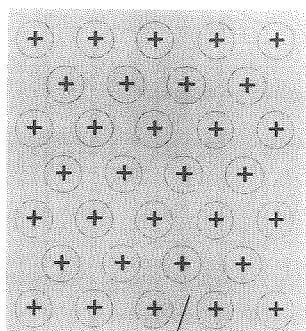
Les substàncies moleculars:

- Estan constituïdes per *molècules*. Els àtoms estan units entre si dins les molècules mitjançant enllaços covalents, és a dir forces fortes. Però les forces entre molècules són febles, la qual cosa fa que a temperatura ambient siguin gasos, o bé si són líquids o sòlids (els que tenen molècules formades per molts àtoms) que tinguin una temperatura de fusió baixa.
- No són conductores de l'electricitat*, a causa del fet que no tenen càrrega amb possibilitat de moviment. Les molècules polars ho podran ser una mica.
- Quan es troben en estat sòlid són molt toves, atès que en ratllar-les no trenquem enllaços covalents.
- No són solubles en aigua (les que no són polars) però sí en dissolvents orgànics.

Les substàncies atòmiques:

- Tenen punts de fusió i ebullició molt alts ja que tenen una estructura interna ordenada i forces d'unió entre àtoms molt forta (enllaç covalent).
- Són molt dures, és difícil ratllar-les pel fet també que les forces d'unió entre àtoms és molt forta.
- No condueixen el corrent elèctric, perquè no tenen càrrega amb possibilitat de moviment.
- No són solubles en cap dissolvent, ni tipus aigua ni orgànic.

Enllaç metàl·lic



Na+ Electrons deslocalitzats (gas electrònic)

Estructura interna dels metalls.

Els metalls tenen propietats totalment diferents a les altres substàncies que no podem explicar des del punt de vista d'un enllaç iònic o covalent.

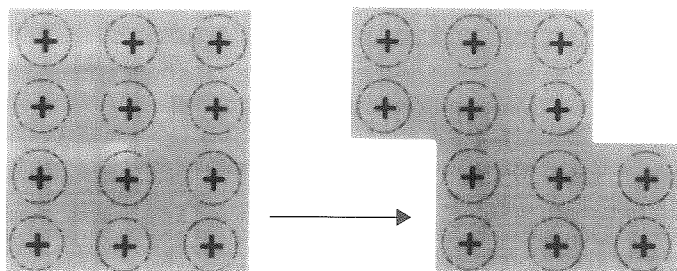
Els metalls es caracteritzen, a nivell electrònic, perquè tenen pocs electrons a l'última capa. A més a més en un metall tots els àtoms són iguals, la qual cosa fa pensar que no hi haurà la possibilitat que uns vulguin captar electrons i que altres vulguin cedir-los, com podria ser en el cas de l'enllaç iònic.

Els metalls cedeixen electrons amb facilitat i es transformen en ions positius; aquests electrons formen una mena de *núvol electrònic* que és atret d'una manera igual per tots els ions. Els ions es col·loquen ordenadament de la manera més compacta possible i els electrons es mouen lliurement entre els ions. Aquest tipus d'enllaç el tenen els metalls purs i els aliatges que són dissolucions sòlides de metalls.

Justificació de les propietats dels metalls

Els materials que classificats com a metàl·lics tenen les propietats següents:

- Tenen els ions agrupats, formen *xarxes metàl·liques*, la qual cosa fa que es trobin en estat sòlid a temperatura ambient.
- Les *temperatures de fusió* varien amplament des de 98°C per al sodi, fins als 3.410°C per al wolfram, perquè hi ha diferents forces d'enllaç.
- Són *bons conductors* de la calor i l'electricitat atès que els electrons que formen el núvol electrònic tenen la possibilitat de moure's.



Propietats mecàniques dels metalls.

- Tenen *brillantor* metàl·lica perquè els electrons de la superfície del metall absorbeixen i tornen a emetre la llum que arriba a la superfície.
- Són *ductils i mal·leables*, que són propietats oposades a trencadís pel fet que la deformació d'un metall no implica ni trencar enllaços ni una aproximació de càrrega elèctrica.

Aquests són tipus d'enllaç límit. La major part de les substàncies tenen enllaços intermedis, ni totalment: iònics, covalents o metàl·lics.

En resum, els àtoms s'uneixen entre si formant grups discrets (molècules) o estructures il·limitades (xarxes cristal·lines), excepte els gasos nobles, que a temperatura ambient estan formats per àtoms aïllats.

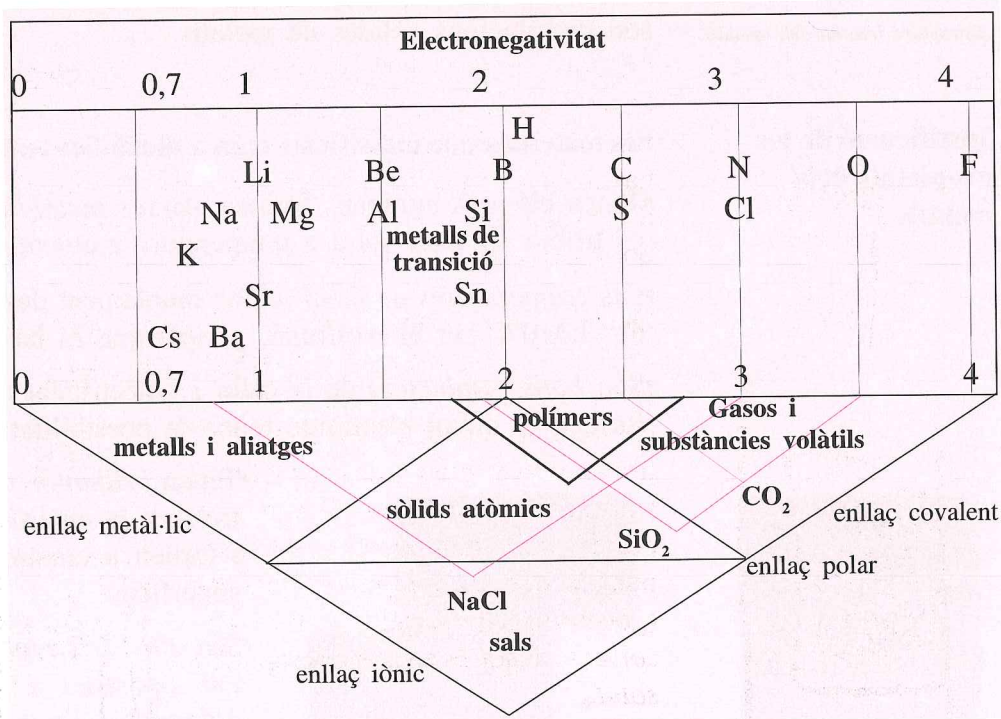
Activitats complementàries

1 Cita algunes propietats de les substàncies que ens poden informar sobre el tipus d'unió (forta, dèbil,...) entre els àtoms que les formen.

2 Proposa exemples de substàncies que s'ajustin bàsicament a cada un dels grups anteriors?

3 La taula núm. 3 és la dels compostos, que combina un sistema periòdic dels elements, en funció de la seva electronegativitat, amb els diferents tipus de compostos que s'han descrit en aquest tema. N'exemplificarem l'ús amb el cas del diòxid de silici: mireu on són el silici i l'oxigen i baixeu verticalment. En arribar als triangles dels compostos uniu els dos elements amb línies paral·leles als costats dels triangles. El punt en què es trobin estarà inclòs en un dels triangles. Això ens indicarà el tipus de compostos que formen.

Taula 3. Taula periòdica dels compostos.



Ara, comproveu si funciona la taula en altres casos, amb l'aigua, el clorur de potassi, l'òxid de sodi, clorur d'hidrogen, etc.

Les dissolucions

De les mescles homogènies estudiarem les dissolucions, veurem que les podem trobar en tots els estats de la matèria, que estan formades pel solut i el dissolvent, també aprendrem com quantificar en quina proporció hi són i que hi ha dissolucions que contenen ions.



És l'aire una dissolució o una substància pura?

L'aigua de l'aixeta bull a 100°C?

Per què l'aigua no és conductora de l'electricitat i quan li afegim una sal sí que ho és?

Les dissolucions



Quan tenim una certa quantitat d'aigua i li afegim sal de cuina, al principi observem dues fases però ràpidament la sal es dissol i ens queda una sola fase, d'aquesta manera hem preparat *una dissolució o solució*. Però podíem haver preparat diferents dissolucions afegint diferents quantitats de sal, d'aquesta manera tindríem que unes serien més salades que d'altres i possiblement amb propietats diferents.

Què és doncs una dissolució? És una mescla de substàncies que formen un *sistema homogeni* i que poden tenir *composició variable*, és a dir podem trobar dissolucions de les mateixes substàncies que tenen diferent proporció dels components. Al component que és en major quantitat (generalment és líquid) li diem *dissolvent* i al que és en menor proporció, *solut*.



Concentració d'una dissolució

EXEMPLES DE DISSOLUCIONS SEGONS L'ESTAT D'AGREGACIÓ

Sòlides: els aliatges, els vidres.

Líquides: la gasosa és una dissolució d'un gas (CO_2) en aigua i de sucre dissolt en aigua.

Gasoses: l'aire, un solut és l'oxigen i el dissolvent nitrogen.

Per identificar una dissolució, a més a més d'indicar els components que la formen també hem de d'indicar en quina proporció hi apareixen el solut i el dissolvent. La concentració és una magnitud gràcies a la qual ens és possible expressar la composició de les dissolucions i ens relaciona la quantitat de solut dissolt en una quantitat donada de dissolució, o a vegades de dissolvent. Hi ha diferents maneres d'expressar la concentració d'una dissolució:

- Grams de solut per litre de dissolució: g/l

Es calcula dividint la quantitat de solut en grams per la quantitat de dissolució en litres.

- Tant per cent en pes, % (p/p)

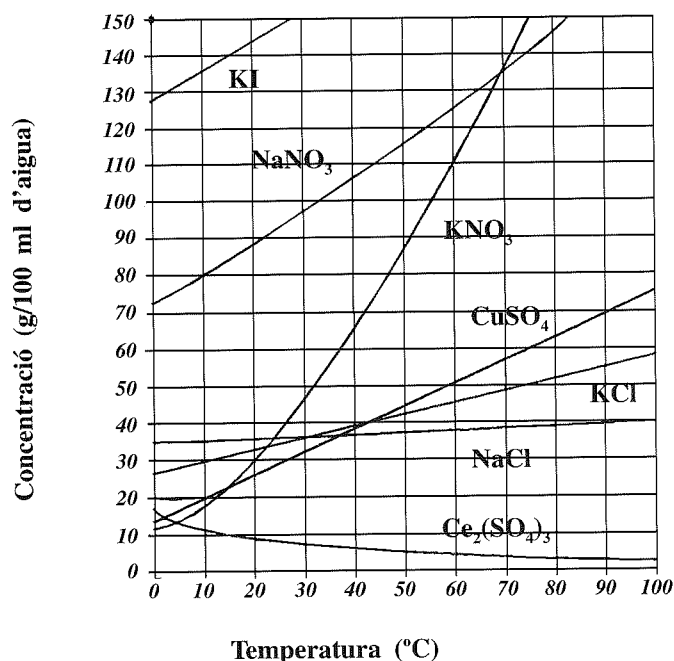
Consisteix a expressar la proporció entre la quantitat de solut, en unitats de massa, que hi ha en 100 parts en massa de dissolució.

- Tant per cent en volum, % (v/v)

Consisteix a expressar la proporció entre la quantitat de solut, en unitats de volum, que hi ha en 100 parts en volum de dissolució.

Solubilitat

Quan una dissolució conté el màxim solut possible diem que tenim una dissolució saturada (ja no ens n'hi cap més). Podem definir la solubilitat com la concentració d'una dissolució saturada.



La solubilitat depèn de la temperatura a la qual es troba la dissolució, i en general augmenta quan hi ha un augment de la temperatura. A mesura que una dissolució saturada es refreda la solubilitat disminueix, i el solut que hi ha en excés s'assola al fons del recipient en forma de cristalls. Aquest procés és anomenat cristallització.

En canvi, en els gasos la solubilitat disminueix quan augmenta la temperatura. A més a més, també depèn del valor de la pressió sobre la dissolució. En augmentar la pressió augmenta la solubilitat del gas en el líquid.

Mecanisme de les dissolucions

Què passa a nivell de partícules quan fem una dissolució? Per poder contestar aquesta pregunta, observarem els canvis estructurals que hi ha, i les forces que hi ha entre partícules del solut i del dissolvent. Si analitzem les forces que intervenen tenim: les forces entre les partícules del solut, les forces entre les partícules del dissolvent, i una vegada que tenim la dissolució, les forces entre les partícules de solut i dissolvent.

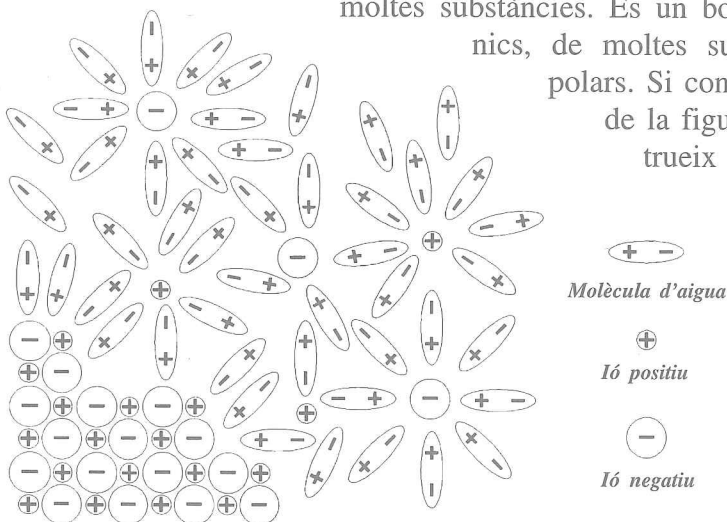
Una solubilitat alta s'afavoreix quan les forces entre les partícules del solut són petites, quan les forces entre partícules de dissolvent també són petites i si, una vegada que s'ha fet la dissolució, les forces entre partícules de solut i dissolvent són grans. En química diem "L'igual dissolt l'igual", dit d'una altra manera, *els dissolvents polars dissolen les substàncies polars, i els dissolvents apolars dissolen les substàncies apolars*.

Per exemple el CCl_4 (tetraclorur de carboni), és un dissolvent apolar. Hi seran solubles soluts apolars com són el iode (I_2) i el sofre, però no serà soluble el NaCl perquè és polar. En un dissolvent polar com és l'aigua seran solubles substàncies polars com les iòniques (NaCl) o substàncies moleculars polars com el sucre.

L'aigua és un bon dissolvent

L'aigua és la substància més comuna a la superfície terrestre, una de les seves característiques més importants és la capacitat que té, de dissoldre moltes substàncies. És un bon dissolvent de molts compostos iònics, de moltes substàncies orgàniques i inorgàniques polars. Si considerem una substància iònica com la

de la figura, en el procés de dissolució és destrueix l'estructura del sòlid, a poc a poc les partícules del dissolvent entren en contacte amb la superfície del sòlid iònic, separen els ions, els envolten (solvatació), i els passen a la dissolució. El resultat és la desintegració del sòlid i l'alteració de l'estructura del dissolvent.



Electròlits

Hem vist que quan es dissolen substàncies iòniques hi ha presents ions en la dissolució. D'aquests soluts en diem *electròlits*, i les seves dissolucions condueixen el corrent elèctric millor que el dissolvent pur (indica la presència de càrregues elèctriques). A més a més de les substàncies iòniques també algunes substàncies moleculars (les polars) en dissolució donaran ions i per tant seran electròlits.

Dissociació

Quan un solut polar es dissol, al procés mitjançant el qual els ions passen a la dissolució li diem *dissociació*. El solut pot ser una substància iònica o molecular (penseu que l'aigua és un dissolvent polar):

a) Quan el solut és iònic. Com el clorur de sodi, que es dissocia totalment en els seus ions, aleshores diem que el clorur de sodi és un electròlit fort. La dissolució resultant conté ions Na^+ i Cl^- . Això ho podem representar:



b) Quan el solut és molecular. Com el clorur d'hidrogen HCl , que és un gas a temperatura ambient, però com que és una molècula polar i l'aigua també ho és, les molècules d'aigua atrauran i envoltaran els ions hidrogen (H^+ , protons) i els ions de clorur (Cl^-). Diem que també el clorur d'hidrogen és un electròlit fort. En dissolució es dissocia segons el següent procés:



Si mesurem la conductivitat del vinagre (dissolució de solut àcid acètic $\text{CH}_3\text{-COOH}$, i de dissolvent aigua), veiem que és petita, això ens indica que hi deu haver pocs ions en la dissolució. Direm que l'àcid acètic *és un electròlit dèbil* i també podem dir que és un àcid dèbil.



Les sals que són solubles en aigua són electròlits forts, també ho són els àcids i les bases fortes, però no són electròlits les substàncies com el sucre, que són solubles en aigua però no es dissocien.

Substàncies pures i dissolucions

Com podem diferenciar l'aigua pura (aigua destil·lada) d'una dissolució d'aigua i clorur de sodi? Visualment no les podem diferenciar perquè tenen el mateix aspecte, per tant ho haurem de fer d'una altra manera

La densitat de l'aigua pura és d'1 g/cm^3 . Si li afegim clorur de sodi li estem augmentant la massa, en canvi, el volum total varia molt poc, la qual cosa fa que la densitat sigui més gran que en la substància pura. Per tant, la densitat dependrà del concentrada que estigui la dissolució.

De les substàncies pures sabem que cadascuna té una temperatura de canvi d'estat, una de densitat, etc. Diem que tenen les propietats característiques constants i diferents per a cada substància. Passarà el mateix amb les dissolucions?

Com que la proporció en què es troben els components és diferent per a cada dissolució succeeix que les propietats característiques no tenen sempre el mateix valor, per exemple la temperatura d'ebullició no té un valor constant sinó que depèn de la concentració.

Activitats complementàries

1 Posa tres exemples de dissolucions que a temperatura ambient siguin sòlides, tres de líquides i tres de gasoses. Explica quin o quins components corresponen al solut i quina substància és el dissolvent.

2 Consulta la gràfica de solubilitats i respon a les següents qüestions:

- Per quines substàncies la solubilitat augmenta en augmentar la temperatura? Per quines disminueix i per quines gairebé no varia?
- Una dissolució saturada de KNO_3 a 60°C la refredem fins a 20°C , quina quantitat de sal cristal·litzarà per cada 100 ml de dissolvent?

3 Com prepararies al laboratori una dissolució de sucre en aigua al 15% en pes?

4 Indica si són certes o falses les següents proposicions:

- Una dissolució no pot estar formada per substàncies pures.
- Una dissolució sempre té la mateixa temperatura d'ebullició que el dissolvent pur.
- L'alcohol etílic no és soluble a la sang.
- L'aigua de pluja és aigua destil·lada.



5 En una ampolla de licor de préssec hi ha la dada següent: 40° (és el % en volum). Contesta els apartats següents:

- El licor és una mescla homogènia o heterogènia? Explica quins són els seus components.
- A quina magnitud correspon la inscripció 40° ? Què vol dir?
- Si prenem un cigaló de licor, quin volum d'alcohol estem ingerint? Considera que un cigaló té un volum de 50 cm^3 .
- Quina quantitat en grams d'alcohol estem ingerint?
- Després de beure un cigaló, donaria positiu el control d'alcoholemia? La concentració d'alcohol permesa a la sang és de $0,8\text{ g/l}$ (grams d'alcohol per litre de sang). Pots considerar que tenim 5 litres de sang. Densitat de l'alcohol etílic: $0,8\text{ g/cm}^3$.

Els metalls

Com més endavant direm dels plàstics, els metalls ens envolten. Els cotxes, els avions, les forquilles, les monedes, etc.; els metalls formen part de la nostra vida quotidiana. No podem imaginar la nostra civilització sense els metalls. L'obtenció del coure, del bronze (aliatge coure-estany), del ferro i en aquest segle de l'urani, han marcat fites en la història de la humanitat.



Per què els metalls són tan importants?

Per què no es troben lliures a l'escorça terrestre?

Quins són els més utilitzats?

EL PRIMER METALL

La llegenda diu que el primer metall obtingut, el coure, es va conèixer fa sis mil anys gràcies a una jove egípcia a qui li va caure una barra de pintura (malaquita, $\text{CuCO}_3\text{Cu(OH)}_2$, de color verd) al foc quan s'estava maquillant. Al matí va trobar una pepita de coure entre les cendres.

En la prehistòria de l'home sorgeix l'edat de bronze i l'edat de ferro. Els grecs i els romans coneixien el ferro, el coure, la plata, l'or, el mercuri, l'estany, el plom i l'antimoni. També coneixien el zinc, en forma de llautó (aliatge de coure i zinc), però no s'isolà com a element fins el segle XVIII.

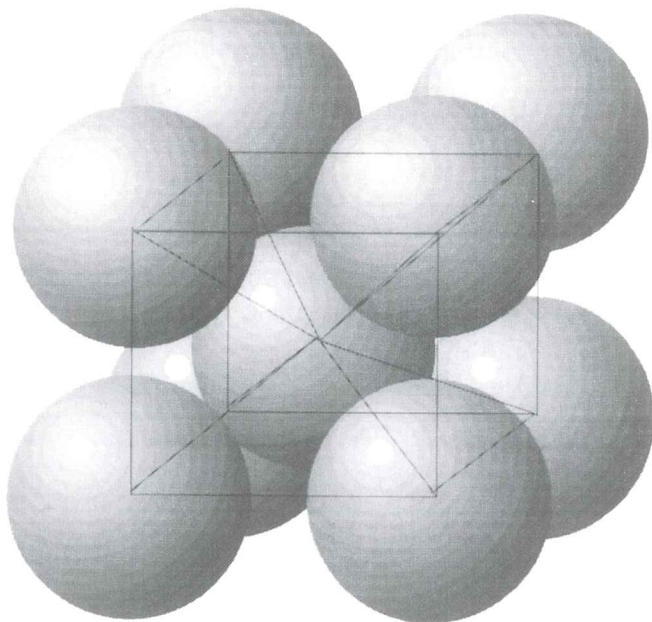
Actualment es coneixen 85 metalls. A la taula periòdica els metalls estan col·locats a l'esquerra i al centre. La línia divisòria entre els metalls i els no-metalls no és neta. Està formada pels elements d'electronegativitat propera a 2 (carboni, silici) i es denominen de vegades semimetalls.



Propietats físiques

Els metalls tenen majoritàriament punts de fusió i d'ebullició alts pel fet que els àtoms, en els seus cristalls, es mantenen fortament units, per això són quasi sempre sòlids a temperatura ambient. El mercuri és l'únic metall líquid (punt de fusió, -39°C).

Les densitats dels metalls són generalment altes perquè els àtoms, bastant sovint amb nuclis pesats, estan empaquetats al cristall amb estructures molt compactes formant xarxes cristal·lines. El nombre d'àtoms disposats al voltant d'un altre àtom s'anomena número de coordinació. Per exemple, en el cas molt comú d'una estructura cúbica centrada al cos, com el sodi, l'àtom que hi ha situat al centre del cub té un número de coordinació vuit.



Estructura cúbica centrada en el cos.

El coure i l'or són els únics metalls amb colors acusats: tots els altres es descriuen com de color gris. Tenen brillantor metàl·lica.

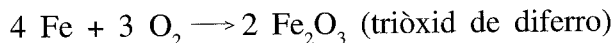
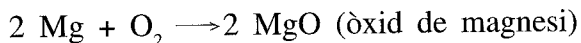
Són conductors de la calor i del corrent elèctric. La resistivitat elèctrica ens indica que bons conductors que són, com més baixa és millor condueixen l'electricitat.

Taula 1. Propietats d'alguns metalls.

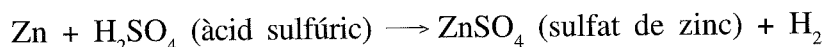
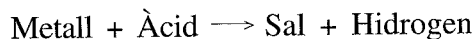
Propietat	Símbol	Punt de fusió ($^{\circ}\text{C}$)	Punt d'ebullició	Densitat (kg/m^3)	Resistència elèctrica ($\Omega\cdot\text{m}$)	Reacciona amb el HCl (aq)
alumini	Al	660	2.457	2.700	$27,2\cdot 10^{-9}$	sí
zinc	Zn	420	907	7.140	$58\cdot 10^{-9}$	sí
coure	Cu	1.087	2.597	8.930	$16,8\cdot 10^{-9}$	no
estany	Sn	232	2.267	7.300	$115\cdot 10^{-9}$	sí
ferro	Fe	1.537	2.927	7.860	$101\cdot 10^{-9}$	sí
magnesi	Mg	650	1.107	1.740	$46\cdot 10^{-9}$	sí
níquel	Ni	1.457	2.727	8.900	$70\cdot 10^{-9}$	sí
or	Au	1.064	2.657	19.320	$23\cdot 10^{-9}$	no
plom	Pb	327	1.747	11.340	$207\cdot 10^{-9}$	sí
sodi	Na	98	897	970	$47\cdot 10^{-9}$	sí
titani	Ti	1.677	3.257	4.540	$420\cdot 10^{-9}$	sí

Propietats químiques

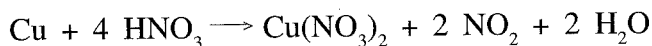
- 1) La major part dels metalls, especialment quan s'escalfen, reaccionen amb l'oxigen de l'aire per donar l'òxid corresponent i alguns, com el magnesi, també reacciona amb el nitrogen.



- 2) Els metalls normalment reaccionen amb els àcids produint una sal i hidrogen.



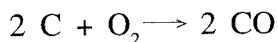
Els metalls nobles, el coure, per exemple, no reaccionen d'aquesta manera. Per fer reaccionar el coure s'ha d'atacar amb àcid nítric (HNO_3) i forma el nitrat, però no desprèn hidrogen sinó diòxid de nitrogen (gas verinós de color marró i olor acre) o òxid de nitrogen (incolor, que reacciona amb l'aire per donar el gas precedent).



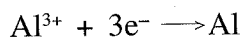
Obtenció

Només uns pocs metalls, que a causa de la seva baixa reactivat anomenen nobles (Pt, Au, Ag i Cu), es troben de vegades lliures a la natura. La resta apareixen en forma de compostos i és necessari separar-los mitjançant un procediment químic. Els procediments més utilitzats són els següents:

- 1) Per reducció amb carboni. Seria el cas del ferro i el níquel o l'estany i el plom. Prèviament els metalls s'han de transformar en òxids, si és que no ho són.



- 2) Per electròlisi. És el cas del sodi, de l'alumini, del coure. En un cubell electrolític s'obté el metall mitjançant el corrent elèctric.



Aliatges

Pocs metalls, per exemple el crom, el coure i l'alumini, s'utilitzen a gran escala en estat pur. La majoria dels objectes metàl·lics que usem en la vida quotidiana estan formats per la mescla de dos o més metalls: l'olla a pressió, els coberts de taula, la xapa dels cotxes, les monedes, etc. A aquestes dissolucions sòlides les anomenem aliatges.

Taula 2. Composició i aplicacions d'alguns aliatges.

<i>Nom</i>	<i>Composició (en %)</i>	<i>Aplicacions</i>
duralumini	95Al, 4Cu, més Mg, Mn, Si i Fe	Aviació
cuproníquel	40-90Cu i 60-10Ni	Resistències elèctriques, monedes
bronze	80-90Cu, 8-16Sn i 2-5Zn	Màquines i objectes artístics
llautó roig	90Cu i 10Zn	Bijuteria
plata alemanya	52Cu, 26Zn i 22Ni	Bijuteria
acer	99Fe i 0,2-1C	Ponts, vaixells, eines
foneria	94-96Fe i 4-6C (i 2Si)	Construcció
acer inoxidable	72-78Fe, 15-20Cr, 5-9Ni i 0,1-0,3C	Eines, planxes
nicrom	60-80Ni, 15-20Cr i 0-25Fe	Resistències elèctriques

Els aliatges s'obtenen generalment fonent conjuntament els metalls i deixant solidificar la massa posteriorment. La majoria dels aliatges són sòlids a temperatura ambient.

Variant la composició i la manera de preparar les dissolucions obtenim aliatges amb diferents propietats, que no són la mitjana de les dels metalls originals. Així, per exemple, a més de tenir noves propietats mecàniques són més resistents a la corrosió que els metalls purs.

La corrosió

Molts metalls es corroïen per l'acció de l'atmosfera (a causa de l'oxigen de l'aire). Per això, gairebé tots els metalls en contacte amb l'atmosfera es troben recoberts per una fina pel·lícula d'òxid, encara que de vegades invisible. Si la capa d'òxid és porosa, pot ser travessada per l'oxigen i la reacció d'oxidació continua (per exemple, a les baranes de ferro es forma una capa de color marronós). Aquest procés s'accentua quan hi ha humitat.

Hi ha altres metalls en els quals la pel·lícula d'òxid és compacta i adhesiva i no deixa passar l'oxigen actuant de capa de protecció del metall, de manera que la corrosió no continua. És el cas de l'alumini, el níquel, el crom i el manganès (passivació dels metalls).

Els metalls es protegeixen de la corrosió mitjançant els següents mètodes:

- Recobrint amb una substància orgànica: pintura, laca, greix, plàstic.
- Recobrint amb un altre metall que no s'oxida fàcilment: níquel (niquelat), crom (cromat), estany (llaunes).
- Amb una capa de porcellana o esmalt.

- Amb un òxid adherent: el ferro es recobreix de mini (òxid de plom).
- Produint aliatges resistents a la corrosió, com els acers inoxidable.

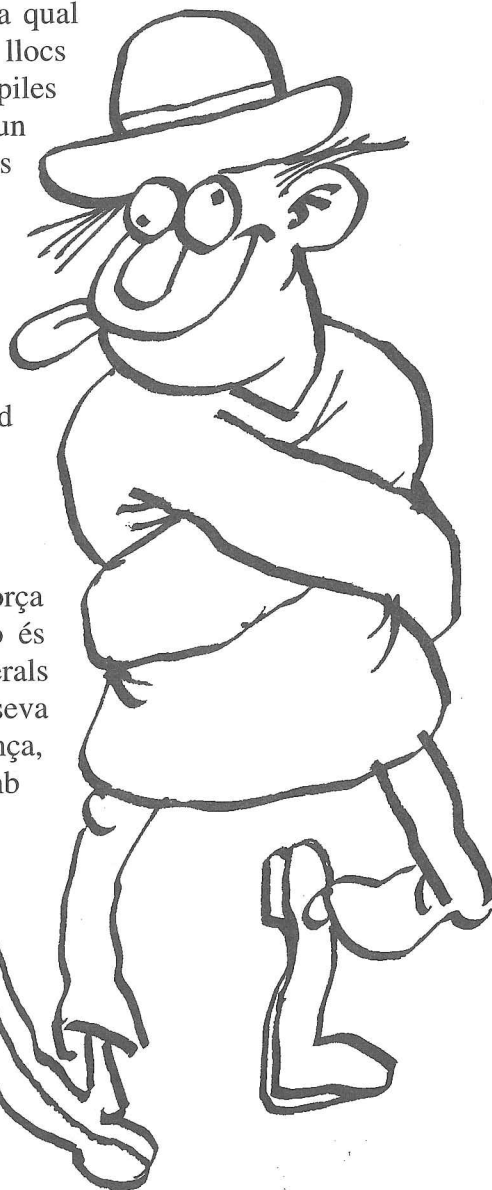
El problema de la corrosió es enorme. Cada any les companyies elèctriques han de gastar milers de pessetes per substituir les torres d'alta tensió oxidades.

La contaminació per metalls pesants

En anglès, l'expressió *as mad as a hatter* («més boig que un barreter») que s'utilitza quan una persona és boja, ve de l'enverinament que afectava els treballadors de les fàbriques de barrets a l'Anglaterra del segle XIX perquè s'utilitzava mercuri en el tractament de la llana dels barrets de feltre.

Els metalls pesants són en general en major o menor mesura perillosos per a l'home i el medi ambient. Els residus que poden contenir metalls són: els residus industrials i els residus sòlids urbans. En concret el 3% dels residus sòlids urbans (RSU) corresponen a residus metàl·lics. Si aproximadament a Espanya es genera 1 kg de RSU per persona i dia amb tendència a augmentar, es pot calcular quina quantitat de metalls aboquem al medi ambient només amb residus urbans. Aquests residus (i els industrials) poden arribar a contaminar les aigües superficials, per la qual cosa n'és necessària una concentració en llocs adequats, com és la recollida selectiva de piles o d'envasos metàl·lics, una reutilització i un control quantitatiu de les aigües residuals i potables.

Entre els metalls més perillosos hi ha el plom, contingut a la gasolina, les pintures i el vidre, pot provocar ceguesa, paràlisi i mort. El mercuri produeix inestabilitat emotiva, convulsions, retard mental i mort. El crom és cancerós.



Estudi d'alguns metalls

Alumini

És un metall molt abundant en l'escorça terrestre (ocupa el tercer lloc), però no és fàcil separar-lo de les roques i dels minerals que el contenen. Era tan difícil i cara la seva obtenció que a la cort de Napoleó (França, 1855) els invitats d'honor sopaven amb culleres d'alumini en lloc de les d'or.

L'alumini s'obté per electròlisi de l'òxid d'alumini (bauxita). Encara que obtenir alumini és molt més barat actualment que fa 100 anys, fan falta grans quantitats d'energia elèctrica i per això és tan important el reciclatge de les llaunes i dels objectes d'alumini.

Té unes propietats molt interessants que fan que s'utilitzi per a nombroses aplicacions industrials: té una densitat que és 1/3 de la de l'acer, és bon conductor de la calor i de l'electricitat, és resistent a la corrosió, no és magnètic, no és tòxic i és capaç de formar aliatges de gran resistència i baixa densitat.

Hi ha alumini: a les cafeteres, als utensilis de cuina, a les llaunes de refrescs, a les finestres, al paper de cuina, als avions i mòbils que hagin de ser lleugers, als cables elèctrics,...

L'alumini a l'aire humit es cobreix d'una pel·lícula d'òxid d'alumini, que el passiva. Aquesta protecció es pot realitzar a nivell industrial i així aconseguir un element que no sofreix el fenomen de la corrosió. L'estàtua d'Eros de Piccadilly Circus (Londres) ha resistit la corrosió des de 1893.

Taula 3. Producció espanyola d'alguns metalls (any 1991).

ABUNDÀNCIA RELATIVA DELS ELEMENTS EN L'ESCORÇA TERRESTRE

<i>Element</i>	<i>%</i>
oxigen	49
silici	26
alumini	7,5
ferro	4,7
calci	3,4
sodi	2,6
potassi	2,4
magnesi	1,9
hidrogen	0,1
altres	2,4

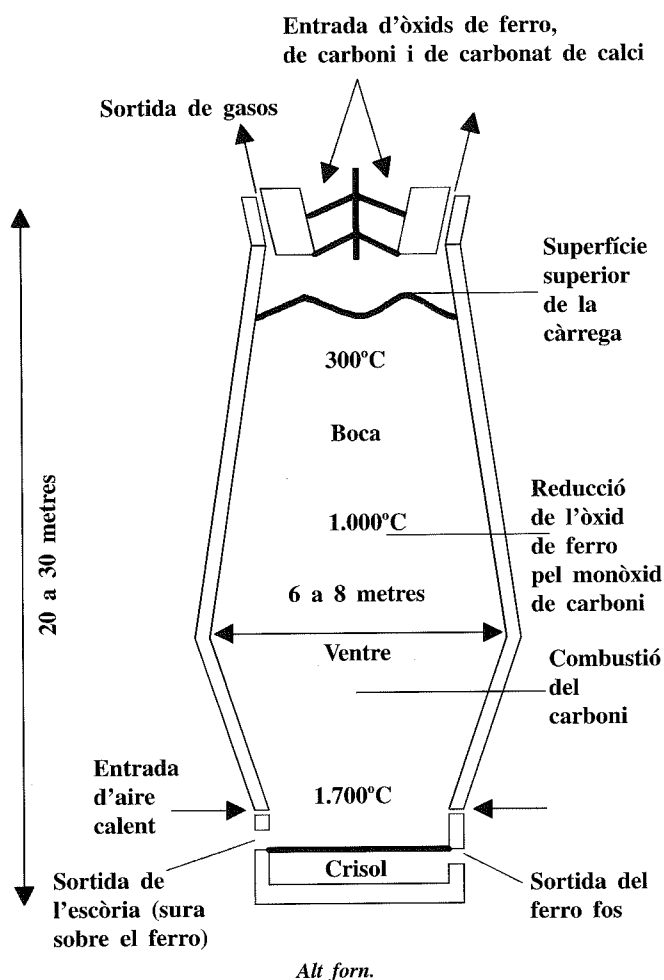
<i>Metall</i>	<i>Quantitat en tones (t)</i>
cobre	8.300
estany	12
ferro	5.404.000
acer	12.932.000
or	7
plata	182
plom	45.000
zinc	262.000

Ferro

És el més usat de tots els metalls. És el segon metall més abundant a l'escorça terrestre (després de l'alumini) i és fàcil d'obtenir dels seus minerals; és indispensable per fabricar-ho tot, des d'un automòbil fins a una agulla de cosir. El varen descobrir als voltants de l'any 3.500 aC els «chalybes» (una tribu situada a prop de la mar Negra), donant lloc al començament de l'edat del ferro en la història de la humanitat.

A la natura es troba com: hematites (Fe_2O_3), limonita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), magnetita (Fe_3O_4), pirita (FeS_2)... i com a impuresa en molts minerals.

La reducció del mineral de ferro es coneix com foneria i es realitza a l'alt forn (que és una construcció semblant a un cilindre i de funcionament continu). A l'alt forn s'introdueix el mineral de ferro, el carbó i una certa



quantitat de calcària (CaCO_3) o de sílice (SiO_2). El producte obtingut és ferro que conté aproximadament un 5% de C i un altre 5% de Si, P, Mn i S.

Les impureses que té el ferro es poden separar i podem obtenir l'anomenat *ferro dolç*, que és ferro al qual se li ha tret la major part del carboni i és molt tou i mal-leable. Té una temperatura de fusió força elevada i s'usa per a fer cadenes, claus, graelles i objectes que hagin de suportar altes temperatures.

La major part del ferro es fa servir per preparar acer. L'acer és ferro que té dissolt carboni i d'altres additius, com poden ser manganès, silici, níquel, crom, wolfram, vanadi i molibdè. Així diem acer inoxidable al que conté un 18% de Cr i 8% de Ni, també se li diu acer al crom-níquel i s'utilitza per a fabricar estris domèstics.

El ferro metàl·lic és ferromagnètic, és a dir pateix una atracció molt forta en un camp magnètic. Els únics elements que presenten ferromagnetisme a temperatura ambient són: el ferro, el cobalt i el níquel.

El ferro és el metall més utilitzat a la indústria.

La seva producció és al voltant d'unes vint vegades més gran que la dels altres metalls junts. El ferro s'utilitza per a la construcció de ponts, vaixells, bicicletes, automòbils, edificis, etc., tot i que actualment, a causa de la seva propietat corrosiva, comença a ser reemplaçat per altres metalls més lleugers i resistent, com l'alumini.

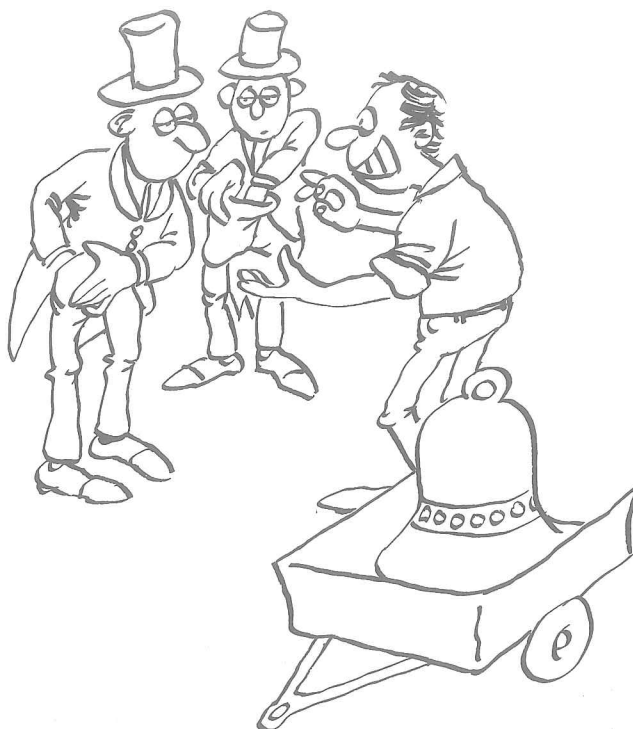
Coure

El coure es coneix des dels voltants de l'any 4000 aC, a Egipte, i probablement va ser el primer metall utilitzat, com possiblement hi va haver una edat del coure, que seria precedent a l'edat del bronze. Una petita part del coure es pot trobar en estat nadiu, però sobretot es troba en una gran quantitat de minerals.

Es caracteritza pel seu color vermell, és el millor conductor de la calor i de l'electricitat, després de l'or i la plata. L'aire sec no altera el metall, però en presència d'humitat i de diòxid de carboni es recobreix d'una capa de carbonat que és de color verd. S'utilitza per a fer molts aliatges, com el llautó i el bronze (vegeu taula 2). Encara que s'utilitza molt més com a conductor elèctric.

EL SO DE LES CAMPANES

A l'edat mitjana, les campanes les forjaven fonedors ambulants. Realitzaven els encàrrecs viatjant de ciutat en ciutat. El costum era construir el forn a la plaça major i realitzar la fosa en presència de les forces vives de la ciutat. Quan el bronze estava fos, el mestre fonedor recordava que l'aliatge sols tindria bon so si es barrejava amb una mica de plata. Els burgesos es grataven la bossa i lliuraven unes monedes per contribuir a la qualitat de la campana. Els resultats de les anàlisis realitzades a les campanes de l'època mai no han revelat una mínima quantitat de plata. Us imagineu on devien d'haver anat a parar?



Activitats complementàries

- 1 Busqueu els metalls de la taula 1 en un sistema periòdic i mireu on es troben i la quantitat d'informació addicional que en subministra la taula periòdica.
- 2 Per què el magnesi, que té una densitat tan baixa, no s'utilitza per substituir l'alumini?
- 3 Si la plata és tan bona conduint el corrent, com és que no s'utilitza als fils elèctrics?
- 4 Busqueu en una enciclopèdia els mapes que mostren els llocs d'extracció més importants dels diferents minerals tant a Espanya com a Europa i al món. Està relacionada la riquesa mineral i econòmica dels països?
- 5 Busqueu en un diari la cotització dels diferents metalls. Hi ha correlació entre el preu i l'abundància a l'escorça terrestre? Quins altres aspectes hem d'introduir per explicar el desfasament?
- 6 La producció de metalls i la seva utilització és innòcua per al medi ambient? Fixeu-vos en el ferro, l'alumini i el mercuri, ¿què es fa a l'extracció, a l'obtenció i quan ja deixen de ser útils?
- 7 Val la pena reciclar els metalls? Aporteu raons.

Àcids, bases i sals



Els àcids i les bases són dos conjunts de compostos que tenen característiques comunes dins de cada grup però que actuen antagònicament, de manera que els seus efectes es neutralitzen mútuament. Aquesta neutralització produeix les sals.



Quines són les propietats comunes als àcids?, i a les bases?

Com es mesura l'acidesa?

Com és el procés de neutralització?

Els àcids

En principi, podem definir un *àcid com una substància que conté àtoms d'hidrogen*, alguns dels quals, o tots, es poden substituir per metalls i obtenir una sal.

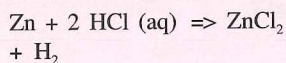
Propietats

Hi ha altres propietats característiques dels àcids:

- Tenen gust agre (atenció! mai s'ha de tastar una substància desconeguda).
- Canvien el color dels indicadors.
- Reaccionen amb els carbonats donant diòxid de carboni.
- També alguns reaccionen amb metalls i desprenen hidrogen.
- En dissolució condueixen el corrent elèctric.

OBTENCIÓ HIDROGEN

La reacció del zinc en pols amb l'àcid clorhídric és típica als laboratoris per obtenir hidrogen:



Són electròlits

La presència d'aigua és fonamental per mostrar que una substància posseeix comportament àcid. Si es tracta de la substància pura no té aquest comportament. Així, al clorur d'hidrogen (HCl), que és un gas, només se



l'anomena àcid clorhídric (salfumant) quan està dissolt en aigua. Els cristalls d'àcid cítric (sòlid) no actuaran sobre el carbonat de calci (marbre de cuina) o el bicarbonat de sodi (llevat de cuina) en sec, però si els afegim aigua s'origina una immediata efervescència causada pel diòxid de carboni, que es desprèn.

Tant el gas clorur d'hidrogen, com els cristalls d'àcid cítric, estan formats per molècules covalents polars, que quan es dissolen en aigua es dissocien i formen ions:



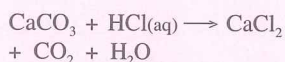
Segons si les molècules estan molt o poc dissociades els podem classificar en *àcids forts o febles*.

Els àcids orgànics (acètic, cítric) normalment són febles i els àcids minerals (clorhídric, nítric i sulfúric) són àcids forts pel fet que estan completament dissociats, o quasi totalment, en dissolució aquosa diluïda (vegeu taula 1).

Ara estem en condicions de poder donar una nova definició d'àcid: és un compost que en dissoldre'l en aigua dóna ions hidrogen (protons).

ANÀLISI DE SÒLS

Afegir àcid clorhídric a una mostra de terra és una forma de veure si hi ha carbonats:



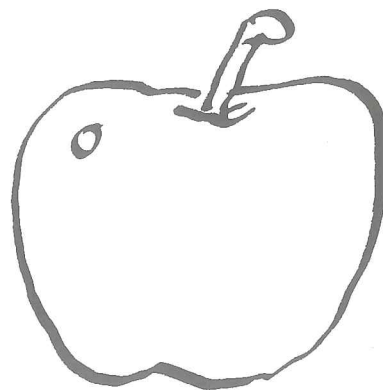
ja que el diòxid de carboni que es forma, com que és un gas a temperatura ambient, es després fent bombolles.

(aq) significa que el clorur d'hidrogen està en dissolució aquosa.



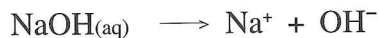
Taula 1. Alguns àcids.

Àcid	Fórmula
clorhídric	HCl (aq)
nítric	HNO_3
sulfúric	H_2SO_4
fosfòric	H_3PO_4
acètic	$\text{CH}_3\text{-COOH}$
cítric	$\text{HOC(CH}_2\text{-COOH)}_2\text{COOH}$



Les bases

Què és una base? Una base és una substància que en dissolució dóna ions d'hidròxid (OH⁻). Considerem bases normalment els òxids o els hidròxids metàl·lics:



També tenen altres propietats característiques:

- Tenen un tacte untuós (atenció! ataquen la pell, s'ha de tenir moltíssima cura quan s'utilitzen. Els productes químics s'han d'agafar amb cullereta!).
- Canvien de color els indicadors (els tornen el color que tenien abans d'afegir-hi un àcid).
- Reaccionen amb els àcids en dissolució donant sal més aigua. La reacció amb un àcid es diu neutralització, tema que tractarem en el següent apartat.

A les bases solubles en aigua també les denominem *àlcalis*. Són àlcalis els hidròxids dels metalls dels grups 1 i 2 del sistema periòdic, i també l'amoniàc aquós (hidròxid d'amoni) (taula 2).

Taula 2. Algunes bases.

Base	Fórmula
hidròxid de sodi	NaOH
hidròxid de calci	Ca(OH) ₂
hidròxid de coure (II)	Cu(OH) ₂
hidròxid de ferro (III)	Fe(OH) ₃
òxid de magnesi	MgO
amoníac aquós	NH _{3(aq)}
(hidròxid d'amoni)	(NH ₄ OH)

Com en el cas dels àcids, també hi ha *bases fortes i febles*. Diem que una base és forta quan en dissolució està totalment ionitzada o dissociada, per exemple: els hidròxids de sodi o de potassi. *L'amoniàc aquós és una base feble* molt utilitzada tant al laboratori com a la indústria i a l'agricultura (com a fertilitzant). L'amoniàc és un gas molt soluble en aigua, que es transporta i es ven en dissolució.

Molts metalls formen hidròxids poc solubles o insolubles en aigua, de forma que si a una dissolució d'una sal d'un metall d'aquest tipus s'hi afegeix un àlcali (soluble), precipita l'hidròxid corresponent. Per exemple, el sulfat de coure (II) en dissolució reacciona amb l'hidròxid de sodi per donar un precipitat blau clar d'hidròxid de coure (II).

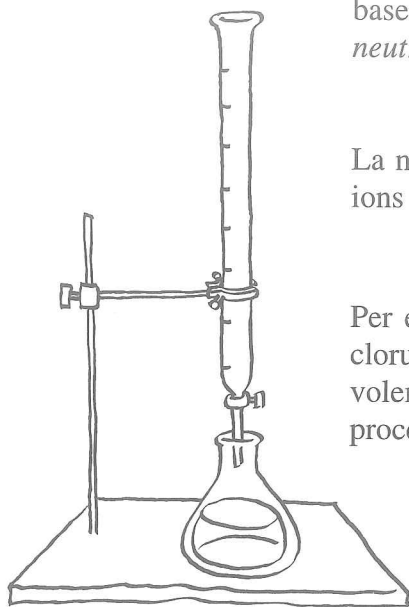


Hi ha substàncies que es poden comportar en unes situacions determinades com a bases i en d'altres com a àcids, aquestes substàncies es denominen *anfòteres*. L'hidròxid d'alumini (Al(OH)₃) reaccionarà amb l'àcid clorhídric donant clorur d'alumini i aigua i es dissoldrà en dissolució d'hidròxid de sodi per donar una solució d'aluminat de sodi.

EL MÉS NET

Una barreja a parts iguals d'aigua, alcohol etílic i amoníac (dels que venen als supermercats) és un bon desengreixant i netejador de primera.

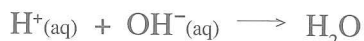
Neutralització



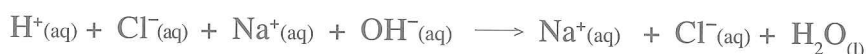
Una de les reaccions més importants, és la que hi ha entre els àcids i les bases, que dona com a productes *una sal i aigua*. D'aquesta reacció en diem *neutralització*.



La neutralització en realitat es produeix entre els ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ dels àcids i els ions $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ de les bases, per obtenir molècules d'aigua.



Per exemple si combinem l'àcid clorhídric i l'hidròxid de sodi, obtindrem clorur de sodi i aigua. El clorur de sodi estarà dissolt en l'aigua i, si el volem separar, haurem de deixar que l'aigua s'evapori. Si representem aquest procés escrivint els ions que hi intervenen, tenim:



El pH

Els àcids i les bases poden ser fortes o febles, però, tenim alguna manera de mesurar com d'àcida o bàsica és una substància? Si els àcids els podem definir segons la quantitat d'ions hidrogen que donen en dissolució aquosa,

una mesura de l'acidesa d'una dissolució pot ser la seva concentració $[\text{H}^+]$. Com que les concentracions d'ió hidrogen són normalment molt petites s'utilitza una escala derivada de la concentració: el pH (pH és igual al logaritme decimal de l'invers de la concentració de protons: $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$).

Taula 3.

El pH d'algunes dissolucions comunes.

Salfumant	< 1
Sucs gàstrics	< 2
Suc de llimona	2
Vinagre	3
Suc de taronja	3
Suc de tomàquet	4
Pluja àcida	4
Orina	6
Aigua de pluja	6
Saliva	6,5
Aigua destil·lada	7
Sang	7,5
Bicarbonat (solució)	9
Amoníac domèstic	13

L'escala de pH va del 0 fins al 14. Els àcids donen dissolucions amb valors de 0 a 7; l'aigua pura, o una solució de $\text{pH} = 7$, són neutres i les bases donen solucions amb valors de 7 a 14.

El control de pH, és a dir, el control de l'acidesa o de l'alcalinitat, és molt important en molts camps de la vida, la indústria i l'agricultura. Una petita variació del pH de la sang pot significar la mort; la pluja àcida malmet cultius, boscos, monuments, etc.; moltes reaccions químiques només tenen lloc a un determinat pH; etc.

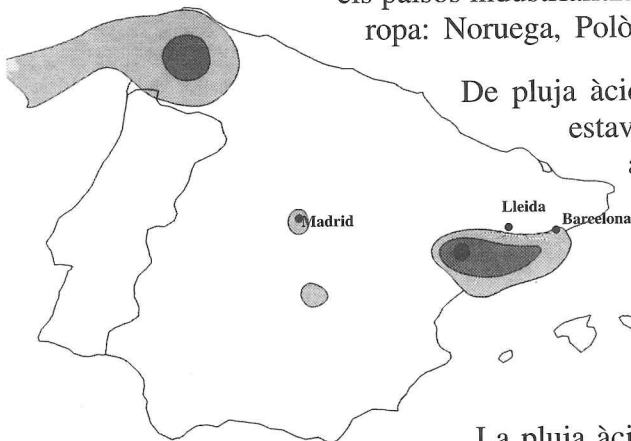
Per a mesurar el pH hi ha bàsicament dos mètodes, amb la utilització d'un:

- a) *phmetre*: és un aparell que s'introdueix en la dissolució a la qual pretenem mesurar el pH i en dona directament el valor.

b) *indicador*, aquests només donen informació qualitativa. Els indicadors són substàncies que canvien de color segons el pH de la dissolució. Si s'utilitzen en dissolució, s'afegeixen unes gotes a la solució problema i el color que resulta indica en quin estat es troba la solució. També hi ha tires de paper impregnades amb un indicador. En aquest cas és la solució problema la que es vessa (una gota) sobre el paper indicador.

La pluja àcida

La pluja àcida és un problema ambiental d'escala regional que afecta sobretot els països industrialitzats, especialment els boscos nòrdics i del centre d'Europa: Noruega, Polònia, la República Txeca, Eslovàquia i Alemanya.



Zones d'Espanya amb major deposició de sofre. Les emissions de diòxid de sofre de les centrals tèrmiques d'Andorra (Terol) i As Pontes (Pontevedra) són responsables d'un terç de totes les emissions espanyoles de SO_2 .

De pluja àcida també n'hi ha a Espanya, que fins fa pocs anys estava bastant lliure d'aquest problema. En 1992 estava afectada per la pluja àcida (amb més d'un 25% de la seva copa defoliada) un 12% dels boscos espanyols.

Afecta especialment: els boscos, els sòls pobres en calci, la fauna de rius i llacs, els monuments de pedra calcària i els teulats de coure d'edificis emblemàtics.

La pluja àcida està produïda fonamentalment per l'emissió de substàncies formades durant la combustió de carbó i petroli en calefaccions i centrals tèrmiques (sobretot el diòxid de sofre (SO_2)), i de la benzina dels automòbils (sobretot el diòxid de nitrogen (NO_2)) (vegeu el tema de la combustió). Aquests gasos es dissolen en l'aigua dels núvols i cauen a terra en forma de pluja transformats en àcid sulfúric (H_2SO_4) i àcid nítric (HNO_3): la pluja àcida.

EL pH DE L'AIGUA

L'aigua de pluja és àcida per naturalesa a causa dels gasos que porta dissolts, com el diòxid de carboni. El pH de l'aigua de pluja sense contaminar varia de 5,5 a 7,7. El pH de la pluja àcida és inferior a això, oscil·la entre 3 i 5.

Les sals

Una sal és un compost químic format per *un metall i una part no metàl·lica*. Si la part no metàl·lica és un no-metall en diem sal binària ($NaCl$), si és un grup oxigenat tenim una sal ternària ($CaCO_3$).

Característiques de les sals

Les sals són substàncies iòniques i per tant tenen les seves característiques: es presenten en estat sòlid, no condueixen el corrent elèctric però sí que ho fan en dissolució o foses, en general són solubles en aigua, són electròlits forts ja que es dissocien en aigua totalment, etc.

Hem dit que en general les sals són solubles en aigua, però això no sempre és veritat perquè hi ha sals que no són solubles o són poc solubles, exemples d'aquestes són: els càlculs renals, o les sals que hi ha a les rajoles del terra (si fossin solubles en rentar les desfaríem), o les que formen els ossos, etc.

On són les sals?

A la natura tenim moltes sals. Molts minerals són sals, així: la calcita té carbonat de calci (CaCO_3), la galena és el sulfur de plom (II) (PbS), el guix és el sulfat de calci ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), etc.

Al nostre organisme hi tenim sals. Així a la sang tenim dissolt clorur de sodi en la mateixa proporció que a l'aigua del mar. Un adult absorbeix, sota formes diverses, al voltant de 20 g de sal al dia.

Activitats complementàries

 Quina de les següents no és una característica general dels àcids?

- a) Són substàncies que cedeixen protons.
- b) Es neutralitzen en presència de bases.
- c) Produeixen diòxid de carboni amb els carbonats.
- d) Són substàncies que accepten protons.
- e) Contenen hidrògens reemplaçables per un metall.

 L'única propietat que no correspon a les bases, considerades experimentalment, és:

- a) Dissoltes, condueixen el corrent elèctric.
- b) En dissolució donen protons.
- c) Tenen tacte sabonós.
- d) Reaccionen amb els àcids per donar sals.

 a) Quin és l'efecte de la pluja àcida sobre els metalls?

- b) Quins gasos se suposa que són els principals causants de la pluja àcida?
- c) Quins canvis es produeixen en aquests gasos per formar la pluja àcida?
- d) Com poden els gasos produïts en una part d'Europa produir pluja àcida a centenars de quilòmetres lluny?
- e) Quina classe de pedra per a la construcció resulta molt afectada per la pluja àcida? Expliqueu breument el procés.

 Cristallització de sulfat de coure: busca a la gràfica de solubilitat de les sals, la del sulfat de coure i esbrina quina quantitat has de pesar per obtenir 100 ml d'una solució saturada. La solució ha de quedar amb un color blau intens, deixa-la refredar fins l'endemà. Separa els cristalls i asseca'ls amb un paper de filtre.

Els sabons i els detergents

Quantes vegades al dia utilitzem en el nostre entorn sabons i detergents: el gel de bany, el xampú per al cabell, el dentífric, l'espuma d'afaitar, el rentavaixelles, el detergent de la roba, etc... Tots diferents però a la vegada tots serveixen per al mateix: netejar.



Com es fabrica un sabó?

Quin és el mecanisme de detergència del sabó?

Per què sempre es parla del detergent que deixa la roba més blanca?

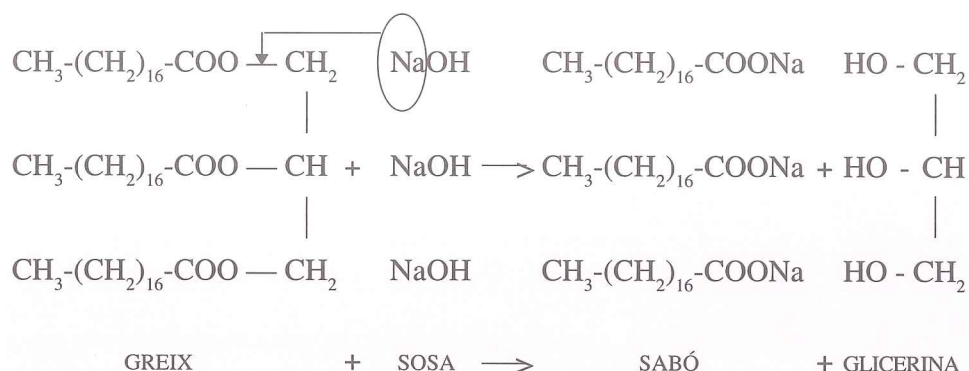
Què és un sabó?

Un sabó és una sal sòdica d'un àcid orgànic generalment de 18 àtoms de carboni. Per a entendre'n millor l'estructura és convenient que ens fixem en la reacció que es produeix durant la seva fabricació. Tres molècules d'hidròxid de sodi reaccionen amb una de greix trencant-la, amb la qual cosa resulten com a producte tres molècules de la sal sòdica corresponent (sabó) més la glicerina (alcohol).

La peculiaritat de l'estructura del sabó és que hi ha una part de la molècula amb un enllaç iònic (una sal) i una altra (l'anió) amb una estructura orgànica on els àtoms que la formen estan units per enllaços covalents. Això fa que el sabó participi d'algunes propietats típiques dels compostos iònics i dels compostos moleculars. En particular és doblement soluble perquè la part amb enllaços covalents ho és en compostos orgànics, tipus benzè i èter, mentre que la part amb enllaç iònic ho és en aigua.

UNA MICA D'HISTÒRIA

Les primeres notícies que es coneixen sobre l'existència del sabó són dels temps de l'antic imperi romà. Aleshores el sabó es feia amb llard i cendres de fusta; i així va ser fins al segle XVIII en què N. Leblanc va trobar un procés industrial per fabricar carbonat sòdic (Na_2CO_3), que era el component de les cendres que reaccionava amb el greix, i la ciència va saber més sobre l'estructura dels greixos. Des de llavors es va utilitzar com a matèries primeres greixos vegetals o animals i carbonat de sodi o hidròxid de sodi (NaOH), que fa la mateixa funció.



Com renta el sabó?

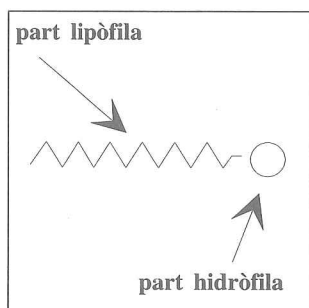


Fig. 1. Molècula de sabó.

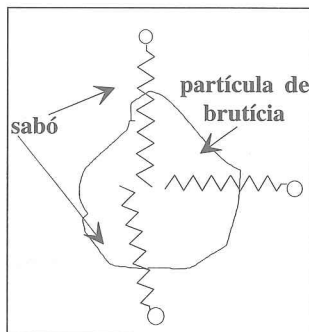


Fig. 2. Les molècules de sabó dissolen la brutícia.

Per entendre com renta un sabó hem de veure abans què és la tensió superficial d'un líquid. En la superfície lliure d'un líquid es produeixen forces de cohesió entre les molècules del mateix líquid en oposició a l'atracció amb les del voltant. Aquestes forces són diferents d'un líquid a un altre.

Aquest fenomen es posa de manifest quan una agulla es col·loca acuradament sobre la superfície de l'aigua i s'hi manté sense enfonsar-se. Són les forces de cohesió que hi ha entre les molècules d'aigua les que la suporten. Quan s'afegeix una mica de sabó a l'aigua, la tensió superficial disminueix ja que les forces entre les partícules són més febles i no poden suportar-la.

La diferència que existeix entre la superfície d'un líquid que mulla, com l'aigua i un altre que no, com el mercuri, és deguda també a la diferència entre les seves tensions superficials. Les forces de cohesió del mercuri són més de sis vegades més grans que les de l'aigua, la qual cosa fa que les molècules s'atraguin molt entre si i gairebé no mullin les parets del recipient.

La brutícia és una barreja de pols i greix. Quan es renta, la part de la molècula de sabó més semblant al greix, és a dir la part orgànica o lipòfila (que té atracció pel greix) s'introdueix en la taca de brutícia, mentre que la part iònica o hidròfila (té afinitat per l'aigua) es dissol en l'aigua. L'agitació de la roba per la rentadora o esfregar-la amb les mans i l'aigua sabonosa, que mulla més la roba (la tensió superficial és menor), afavoreix que la partícula de brutícia se separi i quedi en suspensió dins l'aigua.

Procés d'obtenció

La fabricació industrial del sabó es fa en unes calderes escalfades amb vapor d'aigua, on es posa el greix. Lentament es va afegint la solució de carbonat de sodi. Després d'algunes hores el sabó s'ha format i s'hi afegeix clorur de sodi concentrat, que determina que el sabó s'insolubilitzi i se separi. Tot seguit es treu de la solució i es filtra, es renta, se li afegeix una solució alcalina i es deixa unes hores en ebullició, d'aquesta manera es millora el rendiment de la reacció. Es treu el sabó i es renta. A l'últim es realitza un procés d'assecatge i tot amassant-lo (aleshores se li afegeixen els additius que siguin necessaris), s'emmotilla i es talla abans d'embalar-lo.

Els detergents

ELS SUAVITZANTS

Quan s'aboquen a la rentadora la seva acció consisteix a dissoldre les partícules de calç que si es dipositen entre els teixits la deixen rígida i dura.

Els sabons càlcics i magnèsics són insolubles en aigua. Quan es renta la roba en zones d'aigua dura (hi ha molts ions Ca i Mg), els sabons precipiten en forma de taques grises sobre la roba i li donen un tacte rígid amb la qual cosa contraresten l'acció deterdora. Aquest fet i la major disponibilitat de matèries primeres orgàniques procedents del petroli van dirigir les investigacions dels fabricants cap a la substitució del greix per una altra molècula de manera que les sals càlciques i magnèsiques fossin solubles en aigua. D'aquesta manera van sorgir els detergents.

La molècula de sabó va ser substituïda per un laurilsulfat de sodi ($C_{12}H_{25}-OSO_3Na$) i molècules semblants, que es dissocien en aigua en un catió (Na^+) i en un anió (la resta de la molècula) que és la part activa. Aquests tipus de molècules deterdors es diuen tensiactius aniònics. Altres detergents tenen la part activa en el catió i es diuen tensiactius catiònics.

Els detergents comercials, a més a més, contenen també altres substàncies que ajuden al procés de neteja en funció de la finalitat que es vol aconseguir. Això dona com a resultat diferents formulacions per als diferents tipus de detergents. Entre aquestes substàncies hi ha:

Els *coadjuvants* milloren l'eficàcia deterdora del component actiu com els carbonats i les zeolites que eliminen la duresa de l'aigua. Els silicats frenen la corrosió de les parts metàl·liques de la rentadora. Els enzims que transformen molècules orgàniques complexes com ara proteïnes o greixos en altres més petites i senzilles d'eliminar pel detergent. Agents antiredeposició que eviten que la brutícia separada de la roba torni durant el rentat a dipositar-se sobre les teixits.

EL DETERGENT QUE RENTA MÉS BLANC

Els blanquejants fluorescents són compostos orgànics que absorbeixen les radiacions ultraviolades (invisibles) i una part les reflecteixen en forma de radiació blavosa (visible). D'aquesta forma s'elimina el to groguenc de la roba i dona la sensació d'un blanc lluent.

Els *additius* aporten propietats diferents al procés de neteja com els blanquejants (clorats o basats en oxigen com el perborat de sodi), blanquejants fluorescents, colorants, perfums, bactericides, etc.

La *càrrega* és un producte mineral o orgànic que serveix per a evitar l'enduriment del detergent i donar-li la presentació i concentració desitjades. El més freqüent és el sulfat de sodi. Si disminueix la proporció de càrrega el detergent és més concentrat.

Contaminació produïda pels detergents

Com a conseqüència de l'ús massiu dels detergents apareixien als rius unes escumes procedents de les aigües residuals. Els estudis fets van demostrar que el seu origen era l'existència de cadenes ramificades que resultaven molt difícilment degradables pels microorganismes presents a les aigües residuals i naturals. Un gran esforç investigador va permetre substituir les cadenes orgàniques ramificades per cadenes lineals les quals es degraden molt fàcilment i de forma ràpida. Els detergents que són fàcilment degradables pels bacteris es diuen biodegradables. En aquests moments la llei prohibeix fabricar detergents que no siguin biodegradables.

Els fosfats són utilitzats per millorar la neteja de la roba ja que formen compostos solubles amb els ions Ca, Mg, Fe i Mn. El gran consum de detergents ha originat el problema de l'eutrofització, que

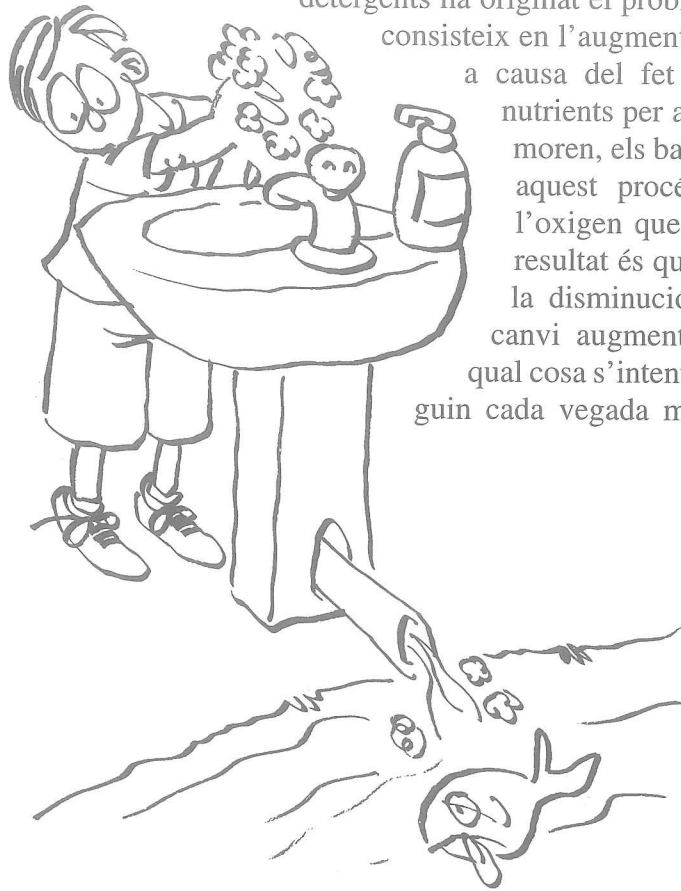
consisteix en l'augment d'algues als rius i als llacs a causa del fet que els fosfats són bons

nutrients per a les plantes. Quan aquestes moren, els bacteris les descomponen i en

aquest procés es consumeix molt de l'oxigen que hi ha dissolt a l'aigua. El

resultat és que la falta d'oxigen provoca la disminució de la vida aquàtica i en

canvi augmenta la contaminació, per la qual cosa s'intenta que els detergents continuïn cada vegada menys fosfats.



Activitats complementàries

- 1 Explica quin és el mecanisme de l'acció detergent d'un sabó.
- 2 Què és una aigua dura? Fes un recull dels inconvenients que presenta rentar amb aigua dura.
- 3 La fórmula aproximada d'un rentavaixelles és: alquibenzè sulfonat de sodi (25%), pirofosfat de sodi (15%), silicat de sodi (2%), perfum (0,3%), aigua (6%) i sulfat de sodi (51%). Quin paper hi juga cada component?
- 4 Per llei, tots els detergents que es fabriquen han de ser biodegradables. Què vol dir això?
- 5 Quin problema ecològic produeixen els fosfats dels detergents?

Els combustibles

En aquest tema coneixerem quins combustibles fa servir l'home (inclosos els aliments), quina és la seva estructura i quins són els problemes de contaminació que en comporta l'ús.



Què és un combustible?

Per què es necessiten els combustibles?

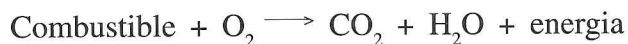
Quins són els combustibles del nostre cos?

Què són?

Taula 1.
Poder calorífic

Combustible	<i>kJ/g</i>
acetilè	48,1
alcohol 96°	25,3
butà	45,8
antracita	33
torba	13,4
lignit	16,5
gasoli calef.	42,3

Un combustible és una substància, generalment de naturalesa orgànica, que es crema en presència d'oxigen i produeix energia. En la seva composició entra el carboni i l'hidrogen, majoritàriament, que són els elements productors d'energia en la seva reacció amb l'oxigen, encara que també hi pot haver oxigen, nitrogen, sofre i d'altres elements minoritaris que formen les cendres quan es crema (òxids de sodi, potassi, etc.).



La seva capacitat de produir energia s'expressa pel *poder calorífic*, que és l'energia que proporciona un combustible quan es crema i que es pot mesurar en *kJ/kg* (SI) o *kcal/kg*. La fusta és el més accessible dels combustibles sòlids, tot i que el seu aprofitament com a tal queda restringit a l'àmbit domèstic: estufes i llars de foc.

Tipus de combustibles

Els combustibles fòssils: carbó, petroli i gas natural, provenen de la transformació al llarg del temps de restes orgàniques vegetals i animals per l'acció de temperatures i pressions elevades.

Carbó

El combustible sòlid per excel·lència és el carbó. Té un origen vegetal. Hi ha diferents tipus de carbó que es reconeixen per l'aparença física i la composició. Citats en ordre d'un menor a major contingut de carboni, hi ha:

Torba

A simple vista es pot reconèixer les fulles, arrels o tiges. És gairebé material vegetal en procés de descomposició, és a dir un carbó en la seva primera etapa d'evolució. Es troba en el fons de llacs assecats o zones pantanoses. A causa del seu alt percentatge d'humitat el seu aprofitament industrial és escàs. En canvi és utilitzat com a combustible quan es deixa assecar a l'aire en forma de briquetes en alguns països del nord d'Europa, com Irlanda i els països bàltics. També s'utilitza com a adob.

Lignit

És de color marró o gris fosc i a causa de la seva estructura llenyosa encara s'hi pot observar restes de petjades de fulles en la seva superfície. Taca els dits en agafar-lo. És porós, fràgil i té un alt percentatge de matèries volàtils. Quan crema produeix molt de fum i cendres, però desprèn poca energia. A Catalunya hi ha lignit a la comarca del Berguedà, on es crema en una central termoelèctrica. A Espanya tenim mines de lignits a Mequinensa (Saragossa), Utrillas (Terol) i la província de la Corunya, encara que el seu ús com a combustible de les centrals tèrmiques comporta problemes de contaminació per l'alt contingut de sofre que conté. Tot i això, la seva extracció continua perquè constitueix l'únic recurs econòmic d'aquestes zones i ajuda a la fixació de la població.

Hulla

És un carbó negre i brillant. Taca una mica els dits. A més de la utilització com a combustible a les centrals tèrmiques és molt utilitzat en la fabricació de coc, necessari per a l'obtenció de ferro en la siderúrgia.

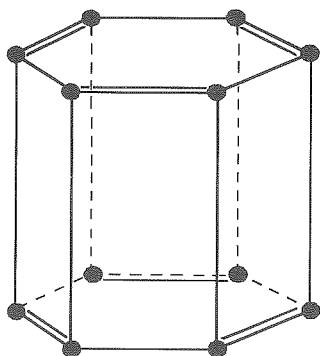


Fig. 1. Unitat C_{12} . Constituent A.

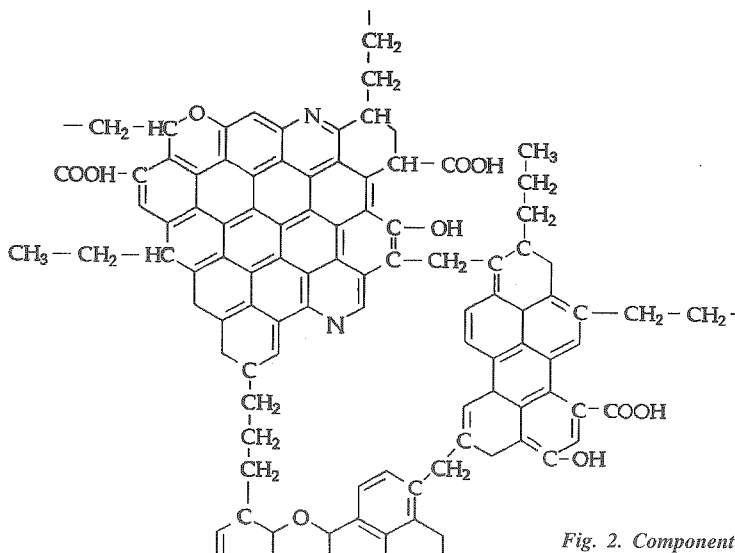


Fig. 2. Component B (bitumen).

Antracita

És de color negre i brillant. No taca els dits quan s'agafa amb la mà. És el carbó més antic i per tant el que té més poder calorífic, gairebé no deixa cendres quan es crema. A Espanya les mines d'hulla i d'antracita es troben a Lleó i a Astúries.

Investigacions fetes per diferents científics per a conèixer l'estructura del carbó han arribat a demostrar que està format bàsicament per dos constituents: A i B (figures 1 i 2).

Petroli

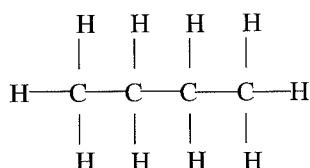


Fig. 3. Butà.

S'entén per petroli la barreja d'hidrocarburs en estat sòlid, líquid i gasós que es troba en jaciments naturals. Com que és una mescla no es pot dir que tingui una fórmula però sí que es pot dir que la seva composició elemental és aproximadament: 85% de carboni, 12% d'hidrogen i 3% d'altres com ara sofre, oxigen i nitrogen.

Els hidrocarburs són compostos orgànics formats per carboni i hidrogen en diferent proporció. Consten d'una cadena d'àtoms de carboni units un a un per enllaços covalents. La resta dels quatre enllaços que forma el carboni se saturen amb àtoms d'hidrogen. Són hidrocarburs: el metà (CH_4), el butà (C_4H_{10}) o el benzè (C_6H_6). La fórmula desenvolupada dels dos últims està representada a les figures 4 i 1.

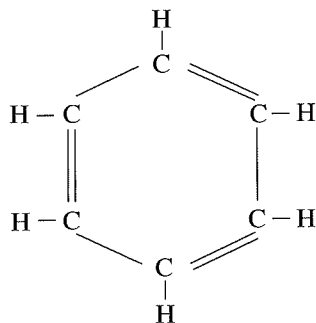


Fig. 4. Benzè.

Els hidrocarburs són substàncies moleculars. A mesura que augmenta el nombre d'àtoms de carboni en una molècula, augmenten les forces intermoleculars i, per tant, els punts de fusió i ebullició. Per això, a temperatura ambient (18°C), els primers hidrocarburs de la sèrie són gasos ($\text{C}_1\text{-C}_4$), després són líquids ($\text{C}_5\text{-C}_{16}$) i els altres són sòlids. La diferència al punt d'ebullició s'aprofita per poder separar-los en fraccions formades per mescles d'hidrocarburs amb punts d'ebullició semblants. Aquest procés s'anomena *destil·lació fraccionada*.

Una part de les fraccions obtingudes s'utilitzen com a carburants per a cotxes, avions, trens o vaixells. Altres serveixen com a combustibles industrials i domèstics i també com a matèries primeres per a la fabricació de plàstics i de fibres sintètiques.

Gas natural

De vegades els jaciments només proporcionen hidrocarburs gasosos, sobretot metà acompanyat d'età (C_2H_6) i propà (C_3H_8), doncs bé, aquesta mescla s'anomena gas natural. El seu consum ha augmentat considerablement des que la tecnologia en va permetre la líquüefacció i per tant va facilitar-ne el transport amb vaixells, i la construcció de gasoductes.

ALGUNS HIDROCARBURS	
metà	CH_4
età	C_2H_6
propà	C_3H_8
butà	C_4H_{10}
pentà	C_5H_{12}

Consum de combustibles

Per poder comparar l'obtenció d'energia produïda a partir dels diferents combustibles, hom expressa la producció d'aquests en tones equivalents de petroli (*tep*) i en quilotones equivalents de petroli (*ktep*). Una tona equivalent de petroli és la quantitat d'energia similar a la que produeix la combustió d'una tona de petroli. A la taula que tens a continuació trobaràs la procedència de l'energia produïda i consumida a Espanya durant l'any 1995.

Taula 2.
Producció i consum d'energia a Espanya l'any 1995.

	producció interior bruta		consum interior brut	
	<i>ktep</i>	%	<i>ktep</i>	%
carbó	9.688		19.026	
petroli	650		54.247	
gas natural	275		7.193	
hidràulica	2.050		2.050	
nuclear	14.510		14.510	

Contaminació

La combustió de qualsevol combustible fòssil té com a productes bàsics de la reacció el diòxid de carboni i l'aigua. A més a més, quan el combustible porta sofre o nitrogen, la seva reacció amb l'oxigen dóna diòxid de sofre i un seguit d'òxids de nitrogen segons les següents reaccions:



L'HIDROGEN, COMBUSTIBLE DEL FUTUR?

L'hidrogen té un poder calorífic gairebé tres vegades superior al dels combustibles derivats del petroli i la seva combustió no produeix contaminació.

L'hidrogen és també l'element més abundant de l'univers i si la tecnologia pogués posar a l'abast el que es troba al voltant dels planetes i satèl·lits seria una font inexhaurible d'energia.

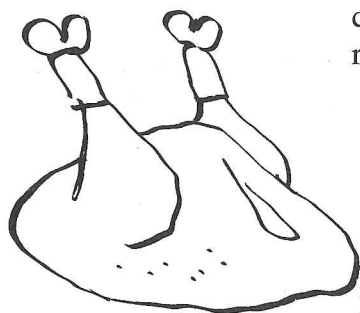
L'augment de les activitats industrials i del consum de combustibles ha produït un increment en la proporció de diòxid de carboni continguda a l'aire, amb la qual cosa s'ha originat un augment de la temperatura mitjana de la Terra conegut com a *efecte hivernacle*.

Si el combustible fòssil conté a més a més sofre i nitrogen, els gasos produïts durant la seva combustió reaccionen amb l'oxigen de l'aire que amb l'ajuda de la llum solar donen lloc a altres gasos que quan plou fan que l'aigua contingui àcid sulfúric i àcid nítric. La pluja àcida malmet els boscos, els camps i augmenta l'acidesa de l'aigua dels rius. A Espanya les zones més afectades per la pluja àcida són a prop de les centrals tèrmiques que utilitzen lignits amb alts continguts de sofre.

La combustió dels aliments

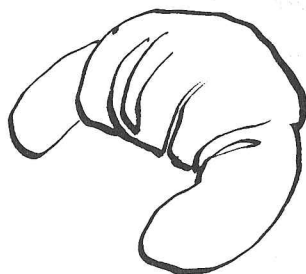
De la mateixa manera que els combustibles es cremen quan són en presència d'oxigen i alliberen energia, els aliments així mateix reaccionen amb l'oxigen, a les cèl·lules del cos, produint energia. Aquesta energia la necessitem per a totes les funcions vitals de l'organisme inclòs el moviment.

Les substàncies orgàniques contingudes en els aliments que contribueixen a la producció d'energia en major mesura són: els hidrats de carboni i els greixos. Ambdós contenen carboni i hidrogen i el resultat de la seva combustió dóna diòxid de carboni i aigua (igual que la combustió d'un combustible com el butà). La combustió de la glucosa es representa per la reacció:



Taula 3.
Contingut energètic (kcal/100g) d'alguns aliments.

<i>Aliment</i>	<i>Energia</i>	<i>Aliment</i>	<i>Energia</i>	<i>Aliment</i>	<i>Energia</i>
llet	65	pa	258	xoriço	372
sucre	373	mongetes tendres	27	salsitxes frankfurt	235
brioixos	380	pasta	373	botifarra	236
cacau	360	enciam	9	lluç	83
mantega	749	oli	899	tomata	19
patates	318	vedella	131	poma	39
llenties	314	pollastre	112	taronja	26
arròs	362	porc	155	ous	132
xocolata	518	maduixes	32	sardines	99



Les necessitats energètiques d'un individu depenen del pes, l'edat, el sexe, la superfície corporal, l'alçada, la temperatura exterior i l'activitat que realitzi (tipus de treball, esport, etc.), per això l'energia necessària pot variar molt. Tot i això una noia d'entre 15-16 anys pot necessitar per terme mig 2.100 quilocalories diàries, mentre que un noi de la mateixa edat, al voltant de les 2.800 kcal/dia.

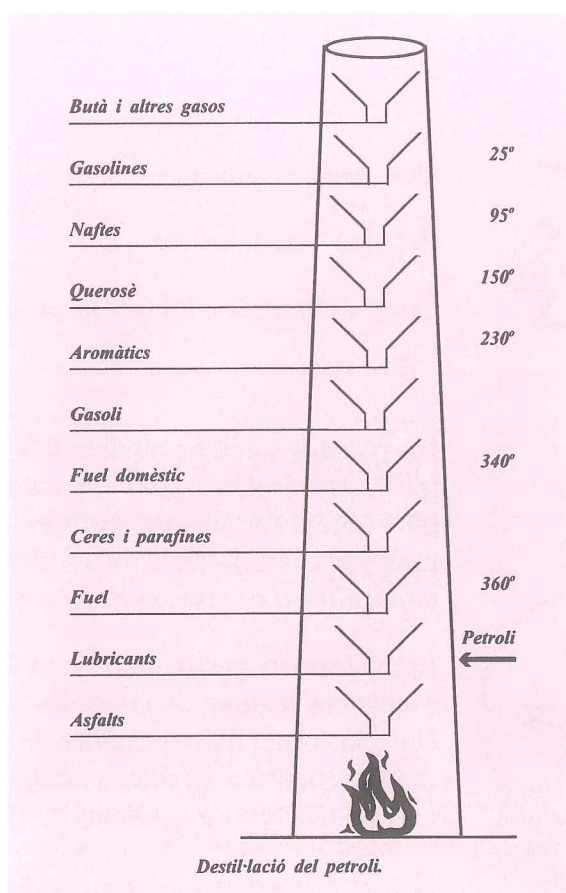
Els experts en nutrició recomanen que la distribució diària de la ingesta energètica hauria de ser: 20% a l'esmorzar, 30% al dinar, 20% al berenar i 30% a l'hora de sopar. La taula 3 mostra l'energia que proporciona la ingesta de 100 grams d'aliment, expressada en quilocalories.

Activitats complementàries

1 Intenta assabentar-te més detalladament de l'origen del carbó i del petroli.

2 Amb la informació de la taula 1 respon si Espanya és exportadora o importadora de cadascuna de les fonts d'energia primària. Calcula el tant per cent de cada tipus respecte del total produït i consumit, i afegeix una altra columna amb el tant per cent de cobertura d'autoabastament de cada font.

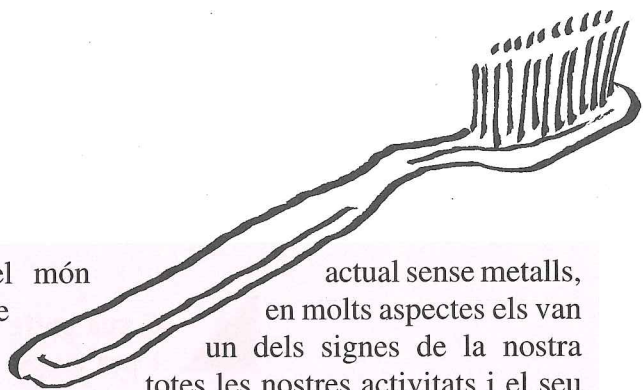
3 Cerca en la bibliografia en què consisteix la destil·lació del petroli i per a què s'utilitza cada una de les fraccions que s'obtenen.



4 Explica quina relació existeix entre la pluja àcida i els combustibles.

5 Esbrina de quina manera arriba el gas natural des del jaciment d'on s'extreu fins a casa teva. Quins avenços han estat necessaris per augmentar-ne el consum?

Els plàstics



Si és difícil imaginar-se el món encara més sense plàstics, que substituint. Els plàstics són civilització. Són presents en ús augmenta dia a dia.

actual sense metalls, en molts aspectes els van un dels signes de la nostra totes les nostres activitats i el seu



Què són els plàstics?

Per què són tan útils?

Com s'expliquen les seves propietats?

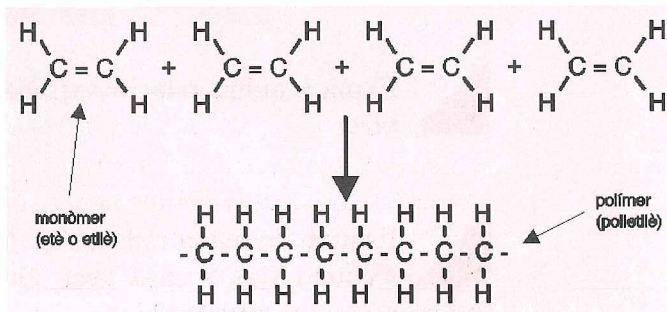
Què són els plàstics?

Els plàstics són els polímers fabricats per l'home. A més a més dels plàstics (polímers sintètics), tots els éssers vius i una gran part dels minerals estan bàsicament formats per polímers (naturals), com són les proteïnes dels animals i els carbohidrats de les plantes. Diem indistintament *polímer* o *macro-molècula* a qualsevol espècie química que compleix les condicions següents:

Estan formats per la unió de molècules petites que es repeteixen amb certa seqüència regular, anomenades *monòmers*, d'on ve el nom de polímer. Per això, la forma de representar un polímer és escrivint l'estructura de la seva unitat repetitiva i indicant mitjançant un subíndex el número de vegades que es repeteix. Per exemple, $([-\text{CH}_2-\text{CH}_2-])_n$ representa el polietilè. Com

ELS PLÀSTICS NO SÓN PLÀSTICS

Plàstic és un nom per designar un estat de la matèria entre sòlid i líquid. Curiosament, els plàstics normalment són en estat sòlid, encara que reben el nom de la capacitat d'alguns d'estovar-se amb la calor.





que el número de monòmers de què estan formats és molt elevat contenen molts àtoms, d'on ve el nom de macromolècula (molècula gegant).

Són veritables molècules, molt grans amb enllaços covalents entre els seus àtoms. Per exemple, una molècula d'etilè ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) i una molècula de polietilè (PE) ($[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$) estan formades pels mateixos àtoms i els mateixos enllaços, amb l'única diferència que la primera conté només sis àtoms units entre si mitjançant sis enllaços i la segona pot tenir diversos centenars de milers d'àtoms i d'enllaços.

Taula 1. Alguns plàstics molt utilitzats, ordenats per densitat.

Nom	Fórmula	Símbol*	Densitat (g/cm^3)	Aplicacions freqüents
EPS (poliestirè expandit)	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$		0,02-0,06	Embalatge de coses fràgils, aïllants tèrmics, safates de productes carnis
PP (polipropilè)	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$		0,89-0,91	Palletes per beure, ampolles, bosses
LDPE (polietilè baixa densitat)	$[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$		0,91-0,93	Tubs de tinta en bolígrafs, embolcalls de plàstic
HDPE (polietilè alta densitat)	$[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$		0,94-0,96	Ampolles de productes de neteja (lleixiu, amoníac, etc.), bosses
PS (poliestirè)	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$		1,04-1,11	Vasos, plats i coberts de plàstic (alguns són d'EPS)
PVC (policlorur de vinil)	$[-\text{CH}_2-\text{CHCl}-]_n$		1,20-1,55	Aïllants de cables elèctrics, canonades de rec, botelles d'aigua mineral
PET (politereftalat d'etilè glicol = tergal)	$[-\text{OC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$		1,38-1,40	Cintes de vídeo i àudio, roba de tergal, botelles de gasosa

* Els símbols estan pensats per afavorir la separació dels diferents plàstics a les plantes de reciclatge. Falta un altre número, el 7, que serveix per indicar qualsevol altre tipus de plàstic.

Classificació

Els plàstics es poden classificar segons diferents característiques relacionades amb la seva obtenció, el seu comportament i la seva estructura química.

• **Segons com s'obtenen** els plàstics es classifiquen en polímers d'addició i de condensació. Per obtenir els plàstics només hi ha un camí: unir moltes molècules petites, una a continuació de l'altra, mitjançant enllaços covalents. Aquestes molècules petites són el que en diem monòmer (una unitat) i el polímer s'anomena amb el prefix poli i el nom del seu monòmer. Així, per exemple, el policlorur de vinil (PVC) és el polímer format en unir moltes molècules de clorur de vinil ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$).

La matèria primera de la qual s'obtenen els monòmers és, bàsicament, la fracció més lleugera del petroli, anomenada nafta. A prop d'un 4% de la producció mundial de petroli es transforma en plàstics.

	<i>Polímers d'addició</i>	<i>Polímers de condensació</i>
Obtenció	S'obtenen trencant un enllaç d'un únic monòmer i utilitzant les valències que queden lliures per unir un monòmer a continuació d'un altre. Un exemple típic és l'etilè ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). Si trenquem el doble enllaç ens queda la unitat ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$) que per unió amb altres unitats idèntiques formaria el PE. El monòmer ha de tenir com a mínim un doble enllaç. Quan estan formats per un únic monòmer es diuen homopolímers.	S'obtenen utilitzant dos monòmers que continguin dos o més grups reactius capaços d'unir-se entre si. Si es fa reaccionar un diàcid (per exemple, àcid tereftàlic, $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$) amb un dialcohol (per exemple, etilè glicol $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$) s'aconsegueix unir unes molècules a altres per formar un polímer (el politereftalat d'etilè glicol o tergal, en aquest exemple). Quan contenen dues o més unitats diferents es diuen copolímers.
Exemples	Hi ha molts polímers d'interès industrial que es sintetitzen d'aquesta manera, per exemple la majoria dels termoplàstics, com el polipropilè, poliestirè, el polimetacrilat de metil (plexiglàs), el politetrafluoroetilè (teflon), etc.	Es sintetitzen així molts polímers industrials, per exemple una bona part de les fibres tèxtils (per això moltes d'elles les anomenem polièsters), pegaments com les resines epòxid, etc.

•Segons el comportament davant la calor es classifiquen en termoplàstics i termoestables:

	<i>Polímers termoplàstics</i>	<i>Polímers termoestables</i>
Definició	Es diuen polímers termoplàstics perquè mantenen les seves propietats plàstiques: s'estoven amb la calor i es tornen a endurir amb el fred.	Es diuen polímers termoestables perquè una vegada que han adquirit una forma no pot ser alterada: no es tornen a estovar una vegada que han estat emmotllats.
Enllaços entre cadenes	Les seves molècules són llargues cadenes unides entre si només per enllaços febles. Les unions entre les cadenes són tan febles que es trenquen quan s'escalfa el plàstic.	Les seves molècules són llargues cadenes amb moltes unions fortes entre si. Les unions entre les cadenes són tan fortes que no es poden trencar quan s'escalfa el plàstic. Abans es trenquen les mateixes cadenes i es desfà o crema el plàstic.
Canvi de forma	Les cadenes es poden, llavors, desplaçar i el plàstic pot adquirir un aspecte diferent. Quan es refreda el plàstic les unions es restableixen en la nova posició i adquireix una nova forma. Es poden emmotllar en qualsevol moment.	Això significa que els plàstics termoestables mantenen sempre la seva forma. S'han d'emmotllar en el moment de produir-los
Exemples	Polietilè (PE), polipropilè (PP), poliestirè (PS), polietilètereftalat (PET), policlorur de vinil (PVC), etc.	Baquelita (va ser el primer), resines de melamina/formaldehid (MF), d'urea/formaldehid (UF), les de fenol/formaldehid (FF) i les epoxi.

En el món industrial els polímers també es classifiquen en barats (*commodities*) i cars (*high performance*), segons el seu cost de fabricació.

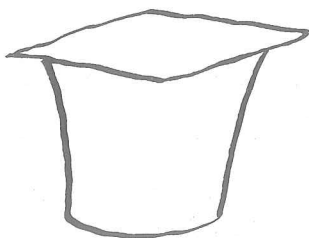
Els plàstics cars són dissenyats amb vistes a unes aplicacions molt concretes per les quals necessiten posseir unes característiques molt específiques i normalment molt difícils d'aconseguir. Molt sovint, però, no sols el monòmer sinó el propi polímer és idèntic en un plàstic barat i en un de car. La diferència rau en la fabricació: la puresa i el control de la reacció.

Un exemple típic d'aquests materials és la silicona. Una cosa és fabricar silicona com a impermeabilitzant d'ús domèstic (per evitar una filtració de aigua, per exemple) i una altra obtenir silicones per utilitzar en cirurgia.

Per a què serveixen els plàstics?

ELS PRIMERS PLÀSTICS

A mitjan segle passat, l'home començà a transformar químicament alguns polímers naturals per millorar-ne les prestacions. Així, per exemple, no sabia que la cel·lulosa era un polímer però va aprendre a canviar els grups -OH per -NO₂ i va transformar-la així en nitrat de cel·lulosa per fabricar cotó, pólvora, suports per a pel·lícules fotogràfiques, boles de billar, etc. Però fins que no es va tenir una idea clara de l'estructura molecular dels polímers no es va poder iniciar una recerca sistemàtica de nous materials amb propietats adequades per a una aplicació pràctica concreta.



Des de la dècada de 1930 l'ús dels polímers ha anat creixent de manera quasi exponencial fins arribar a la situació actual en què estem literalment envoltats de polímers per totes parts, incloent l'interior de nostre propi organisme amb els seus àcids nucleics, proteïnes, etc.

Davant aquest panorama, podem preguntar-nos per què s'utilitzen tant els polímers? La resposta és molt simple: pensem en quines propietats desitgem que tingui un material per una aplicació concreta i és quasi segur que podrem aconseguir un polímer que tingui exactament aquestes propietats. Així, per exemple (vegeu taula 2):

Són bons materials d'embalatge pel seu baix cost i bona resistència mecànica, que es pot augmentar de forma espectacular (per desgràcia augmenta també el seu preu d'una manera considerable) fins aconseguir materials molt més resistents que l'acer, com són el kevlar (poli-p-fenilè tereftalamida) o les fibres de carboni (obtingudes a partir del poliàcril nitril).

Taula 2. Propietats dels plàstics.

<i>Propietats objectivables</i>	<i>Propietats proposades, a més a més, per la indústria del plàstic</i>
No es podreixen	Són segurs
No es rovellèn	Són higiènics
Són aïllants	Són resistents i duradors
Són lleugers	Són econòmics i pràctics
Són flexibles o rígids o tenaços	Són flexibles i adaptables
Es poden acolorir	Són reutilitzables
Són fàcils d'emmotllar	
Són barats?	

Són bàsicament aïllants tèrmics i elèctrics, però les investigacions sobre polímers conductors estan molt avançades i es disposa ja de bons semiconductors i conductors raonables.

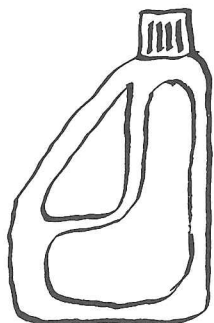
Es poden fabricar membranes amb permeabilitat selectiva que permeten per exemple la dessalinització d'aigües, les diàlisis i l'oxigenació de la sang. Tenen bona compatibilitat biològica per la qual cosa s'utilitzen àmpliament en cirurgia, etc., etc.

Reciclat dels plàstics

L'OBSERVACIÓ ÉS INSUFICIENT. PER DESCOBRIR S'HA DE SABER QUÈ ES BUSCA

A mitjan segle passat, l'investigador Simon treballava amb estirè ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$), un líquid transparent i incolor, i observà que mitjançant la calor o simplement per envelliment, quan el deixà reposar durant molt de temps es transformà en un sòlid enganxós, repulsiu i inservible.

Van transcórrer quasi cent anys fins que pels volts de 1930 aquest sòlid enganxós es va començar a sintetitzar a escala industrial, el que ara anomenem poliestirè (PS) i no és fàcil que avui dia es trobi una persona que no hagi utilitzat mai un got, un plat, un cobert, un embalatge o una planxa d'aïllant tèrmic fabricats amb aquest material inservible.



Encara que problemàtic, el reciclat de materials plàstics té una gran importància, tant econòmica com de protecció del medi ambient.

El total de residus plàstics generats a la Unió Europea el 1993 va ser de 16,2 milions de tones. Encara que el preu dels plàstics cobreix un interval molt ampli, si suposem una mitjana aproximada de l'ordre de 500 pessetes per kg i aconseguíssim reciclar-los i recuperar un 10% del seu valor original, per exemple, imagineu-vos l'estalvi que suposaria tant en diners com en matèries primeres.

D'altra banda, els polímers són molècules molt estables que tarden molt a degradar-se, de manera que les botelles i bosses de plàstic llançades d'una manera incontrolada resten inalterables i fan lleig el medi ambient durant molt de temps.

Però s'ha de parar compte. Alguns processos de reciclat o de destrucció (incineració) de plàstics produeixen compostos tòxics com les dioxines, que són agents molt cancerígens. Per tant s'ha d'estudiar detingudament el problema i buscar solucions que, potser, passen pel reciclat però també per un consum més racional. Per exemple, avançant en la qüestió de la reducció del pes dels envasos i en la seva reutilització.

Els processos de reciclatge dels plàstics presenten algunes dificultats. En primer lloc, depenen de la naturalesa del plàstic. Els termoplàstics (que es fonen quan s'escalfen) es reciclen amb relativa facilitat però els termoestables (que no arriben a fondre's) només es poden moldre per obtenir material per farcir, per exemple per a embalatges, o bé cremar-los per obtenir energia.

Però també la forma en què es troba la mostra de plàstic que es vol processar complica el reciclat a mesura que és més heterogènia. Per exemple, és més fàcil reciclar deixalles industrials que no domèstiques. Per ajudar a identificar els plàstics quan es realitza la separació manual prèvia al reciclat s'ha assignat un codi numèric als més utilitzats (vegeu taula 1), que també us pot servir a vosaltres per reconèixer-los.



D'altra banda, la incineració té problemes seriosos, per exemple de contaminació atmosfèrica, però és una manera de recuperar l'energia dels plàstics. En qualsevol cas, avui en dia es recicla al voltant d'un 6% dels residus plàstics i se'n crema el 15%.

Activitats complementàries

1 A partir de tres compostos bàsics procedents de la nafta, l'etilè o etè, el propilè i el butadiè, s'obtenen alguns dels polímers més importants, com són el PS, PVC, PET, PP, o el cautxú sintètic (polibutadiè). Escriviu les fórmules estructurals de cadascun i indiqueu com es relacionen els monòmers amb els corresponents polímers.

2 Expliqueu amb un dibuix l'estructura interna d'un plàstic termoestable i d'un termoplàstic.

3 Quines propietats ha de tenir un plàstic (com el polipropilè) quan s'utilitzi com a embolcall de galetes o patates fregides? Podeu dissenyar experiments per comprovar (i fins i tot mesurar) aquestes propietats?

4 Quines propietats ha de tenir el PVC perquè s'utilitzi tant, tot i l'impacte ambiental negatiu de l'àtom de clor que conté?

5 Valoreu els guanys i els inconvenients d'utilitzar bosses de plàstic o de paper. Tingueu en compte tot el procés, des de la fabricació, l'ús, el transport, el reciclatge, etc.

6 Feu un disseny que permetés a una empresa que es dediqui al reciclatge de plàstics fer una separació automàtica per diferències de densitat. Ajudeu-vos de les dades de la taula 1.

Ceràmica i vidre

La paraula ceràmica ve del grec *keramos* que vol dir «allò que es refereix a l'art de treballar l'argila». La ceràmica és un dels primers indicadors de desenvolupament cultural de l'home prehistòric. Des d'aleshores i fins a l'època actual l'evolució ha estat gran en la fabricació, els materials utilitzats i el disseny.



Què són els superconductors ceràmics?

Com es comprova la resistència química de les rajoles?

Com es fabrica el vidre?

Què és la ceràmica?

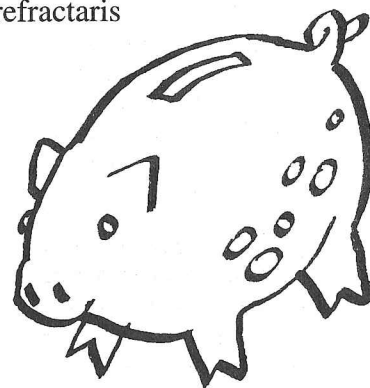
L'HIDROGEN I LA CERÀMICA

A causa de les dimensions reduïdes de la molècula d'hidrogen, aquest gas és capaç de travessar una paret de ceràmica. Acobieu un tub a la boca d'un càntir de porcellana que no estigui esmaltada, poseu el càntir cap per avall i ompliu el tub amb una mica d'aigua. Introduïu la peça de ceràmica dins un vas gran al qual haureu introduït prèviament hidrogen procedent d'una reacció. Veureu que el nivell de l'aigua puja a mesura que l'hidrogen es difon dins el càntir.

Actualment es consideren materials ceràmics tots aquells que són fets a partir de materials inorgànics trobats a l'escorça terrestre (excepte els metalls i els seus aliatges), que per cocció en un forn a alta temperatura es tornen durs i inalterables.

Els diferents tipus de productes ceràmics es poden classificar en dos: els *porosos* i els *compactes*. La ceràmica porosa absorbeix líquids, greixos i gasos i quan es trenca presenta un aspecte terrós. Es cou a una temperatura més reduïda de 1.200°C. En són exemples la terrisseria rogenca (que conté òxid de ferro), les teules, els totxos i els productes refractaris que resisteixen temperatures altes.

La ceràmica compacta deu les seves propietats al reblaniment i a la vitrificació de la pasta a altes temperatures, generalment superiors als 1.200°C. Quan es trenquen tenen unes vores tan llises que tallen, en són exemples: el gres ordinari, material dur i compacte que s'utilitza per a la construcció de rajoles; el gres fi, amb el qual es fabriquen objectes d'ús domèstic com gerros, safates, etc.;



MATÈRIES PRIMERES PER A LA CERÀMICA

Caolí $(\text{SiO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{Al}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Feldspat $\text{Si}_3\text{O}_8\text{KAl}$

Quars SiO_2

La ceràmica no produeix espècies químiques sinó materials.

Composició i estructura

○ Si

○ O

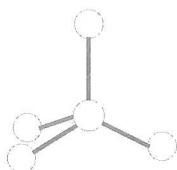
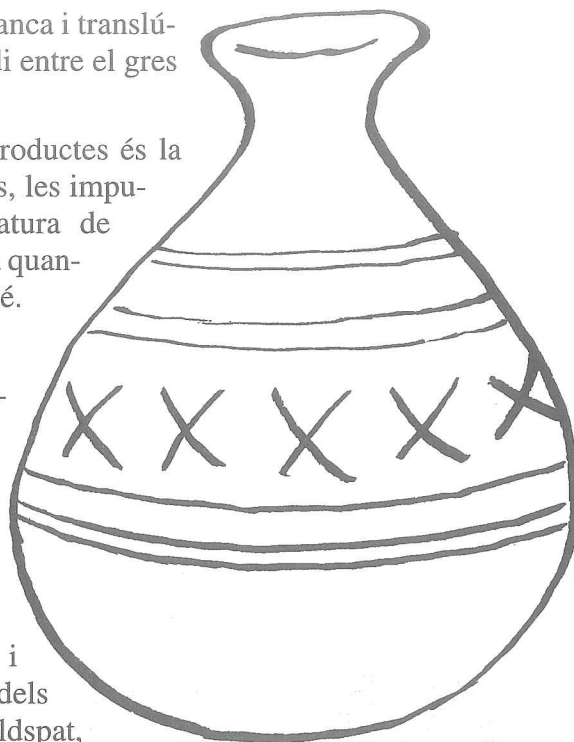


Fig. 1. Unitat SiO_4

les porcellanes de pasta dura, blanca i translúcida; i la pisa, material intermedi entre el gres i la porcellana.

El que diferencia uns i altres productes és la qualitat de les matèries primeres, les impureses, els additius, la temperatura de cocció i el color, que depèn de la quantitat d'òxids de ferro que conté.

La ceràmica és una barreja d'argila, feldspat i quars en diferents proporcions. El component bàsic és l'argila, una roca sedimentària molt impermeable que si es barreja amb aigua es torna molt plàstica i es pot modelar. Quan perd l'aigua s'esquerda i perd la plasticitat, per això un dels additius de la ceràmica és el feldspat, que evita que s'esquerdi en el procés de cocció.



El component bàsic de l'argila és un mineral anomenat caolí que és un silicat d'alumini hidratat, la seva fórmula és $(\text{SiO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{Al}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ i encara que la seva estructura és molt complexa s'hi poden distingir unitats SiO_4 (figura 1) formant un tetràedre regular dins d'una estructura atòmica gegant en capes.

La ceràmica té una estructura similar al caolí i per això a causa dels enllaços covalents i l'estructura atòmica té les següents propietats: una gran duresa atès que tots els enllaços són covalents. És fràgil ja que en els llocs on hi ha impureses la rigidesa de l'estructura fa que quan s'hi dona un cop comporti una fractura de la peça. No condueixen la calor ni el corrent elèctric perquè no contenen electrons ni càrregues mòbils. Una bona resistència als agents químics ja que es necessita trencar enllaços covalents. Resisteix bé les altes temperatures si tenim en compte els seus alts punts de fusió.

ELS CERMETS

Són materials mixtes de ceràmica i metall que uneixen les bones propietats d'ambdós. És a dir, són bons conductors, plàstics, resistent als cops i a les altes temperatures i resistent als agents químics. S'obtenen generalment barrejant pols de ceràmica i metall que es compacta a alta pressió i després se sotmet a tractament tèrmic.

Taula 1.

Comparació de les propietats de ceràmiques i metalls.

Propietat	Ceràmica (c)	Metall (m)	Relació (c/m)
Densitat	baixa	alta	(0,5-1):1
Duresa	alta	baixa	(3-10):1
Resistència elèctrica	alta	baixa	(106-1010):1
Conductivitat calorífica	baixa	alta	(0,05-0,2):1
Dilatació	baixa	alta	(0,1-0,3):1

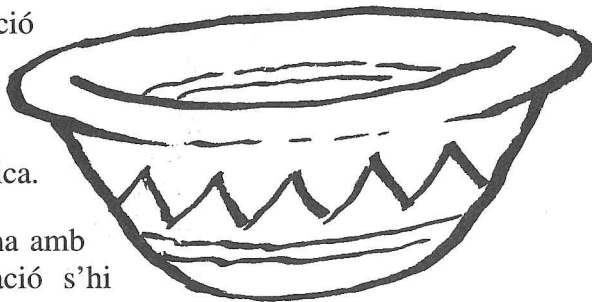
Fabricació

LA PORCELLANA XINESA

La fabricació de la porcellana era una tècnica desconeguda a Occident fins el 1700. En canvi es fabricava a la Xina des de feia molt de temps, probablement per l'existència d'uns jaciments d'argila molt rica en caolí amb una petita quantitat de feldspat.

A més a més, el disseny dels forns els permetia la cocció a temperatures pròximes a 1.300°C (a Occident només s'arribava a 1.000°C) quan el feldspat es fon i dona així una pasta semblant al vidre.

El procés comença per la trituració i el tamisatge de les matèries primeres per separat: argila o caolí, feldspat i quars en diferents proporcions segons el tipus de ceràmica.



Després es fa una mòlta més fina amb un molí de boles. A continuació s'hi afegeix aigua per obtenir una pasta fluida i després es fa una filtració per a separar impureses i partícules de grandària excessiva. D'aquesta manera es prepara la pasta per fer una massa i elaborar les peces. Aquesta operació es pot fer amb un motlle, per premsat, amb torns o per extrusió.

Finalment hi ha la fase d'assecat i una cocció de la pasta fins arribar a temperatures pròximes a 900 o més de 1.200°C segons sigui pasta porosa o compacta. L'escalfament es fa en etapes distintes per evitar un increment excessivament ràpid de la temperatura, sinó la superfície s'esquerdaria. L'objectiu d'aquesta operació és donar consistència i rigidesa a la forma de les peces. Aquestes peces sense esmaltar es diuen galetes o bescuits.

Perquè tingui un aspecte més llustrós i per tancar els porus es fa un vitrificat o esmaltat que consisteix a afegir carbonat o clorur de sodi i s'escalfa una segona vegada al forn a major temperatura, entre 1.200 i 1.500°C, d'aquesta manera es forma el silicat de sodi sobre la superfície i el material es vitrifica. Els colorants ceràmics s'aconsegueixen a partir d'òxids de metalls diferents que donen diferents colors.

Nous productes ceràmics

ELS SUPERCONDUCTORS

Són materials conductors d'electricitat que no ofereixen resistència al flux d'electrons. L'obtenció d'aquest tipus de materials a temperatures altes (temperatura ambient) comporten grans avantatges en el món de l'electricitat: no hi hauria pèrdues en el seu transport a les línies d'alta tensió i es podrien aconseguir corrents de més intensitat sense gastar més diners.

A més dels materials ceràmics tradicionals actualment hi ha altres ceràmiques que des del punt de vista químic són nitrurs i carburs. Els nitrurs són compostos de nitrogen i un no-metall, com el nitrur de bor (NB) i el nitrur de silici (N_4Si_3). Tenen una gran resistència mecànica i a les altes temperatures. Els carburs estan formats per carboni i silici, wolframi o titani: CSi, CW i CTi, respectivament. Són extraordinàriament durs i s'utilitzen per tallar i com a abrasius.

Per aconseguir aquestes propietats el procés de fabricació ha de ser tal que el material presenti una estructura molt homogènia perquè no hi hagi irregularitats que siguin punts de trencament, a més a més que els materials de partida han de ser d'una gran puresa.

Investigacions recents han permès la fabricació de materials ceràmics (òxids de metalls com coure, bari, etc.) amb característiques superconductores a temperatures cada vegada més properes a la de l'ambient. Actualment, amb una composició com $Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$ s'ha aconseguit arribar a una temperatura de 125 K.

El vidre

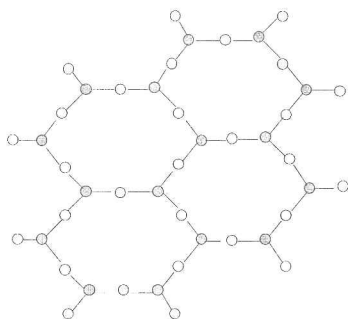


Fig. 2. Estructura del quar.

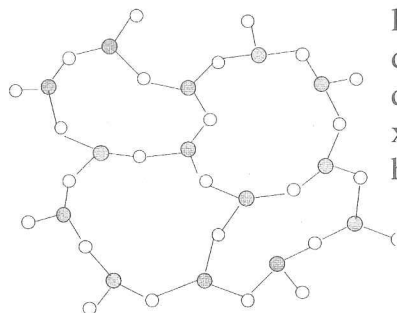


Fig. 3. Estructura del vidre de quar.

Quan la sílice (SiO_2) s'escalfa fins arribar al punt de fusió es transforma en un líquid viscos que es pot modelar i que si es refreda amb relativa rapidesa es transforma en un sòlid amorf, dur i fràgil que s'anomena vidre.

Segons la fórmula de la sílice (SiO_2) té dos àtoms d'oxigen per cada àtom de silici. Però en la seva estructura (figura 1) el silici està envoltat de quatre àtoms d'oxigen col·locats en els vèrtexs d'un tetràedre regular formant una estructura gegant típica de les substàncies atòmiques, no existeixen per tant molècules individuals de sílice SiO_2 . D'aquesta manera l'estructura és molt rígida i dura pels enllaços de tipus covalent que hi ha entre tots els àtoms.

Durant el procés de fabricació la sílice es fon i el seu estat cristal·lí es trenca i en produir-se el refredament ràpid la massa conserva el desordre típic de l'estat líquid i es transforma en un sòlid amorf. Si el refredament fos suficientment lent no s'aconseguiria la formació del vidre. A la figura 2 hi ha representat un plànol de l'estructura de la sílice cristal·litzada i a sota la del vidre sílice. Es pot veure que encara que l'ordenació entre els àtoms és la mateixa, no succeeix el mateix amb les cadenes, que han perdut l'ordenació periòdica entre elles.

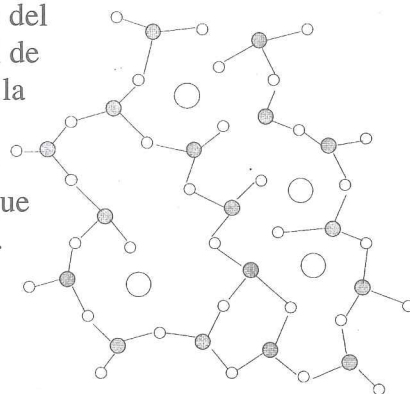
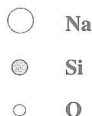
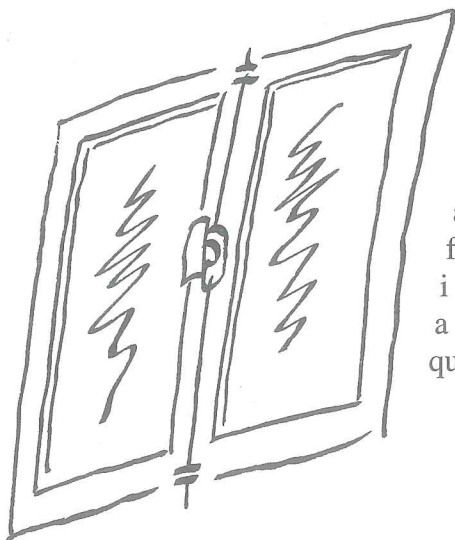


Fig. 4. Estructura d'un vidre sodocàlcic.

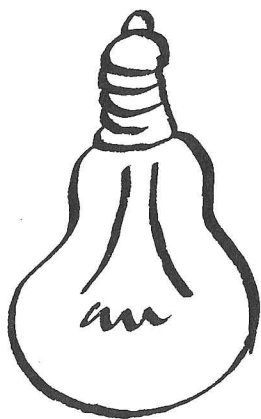
Composició del vidre

El vidre fet de diòxid de silici té bones propietats per a l'ús però hi ha dos inconvenients en la seva fabricació: la temperatura de fusió és molt alta i té una gran viscositat per la qual cosa es treballa malament. Per aquestes dues raons (que fan encarir el producte) es barreja la sílice amb altres òxids metàl·lics que així rebaixen la temperatura de fusió i la viscositat.

La composició dels vidres és molt variable i respon als diferents tipus, tot i que els components més corrents són: SiO_2 , Na_2O , CaO , Al_2O_3 , B_2O_3 , K_2O , etc. El 90% dels vidres (els de les ampolles, finestres, etc.) és del tipus sodocàlcic, és a dir formats per SiO_2 , Na_2O i CaO . La presència del sodi i el calci a l'estructura del vidre de sílice arriben a trencar algunes cadenes fent-lo així més fràgil que el vidre de sílice pur (fig. 4).



Fabricació de vidre



RECICLATGE DEL VIDRE

El reciclatge del vidre és interessant des del punt de vista ecològic, però, a més a més, perquè el seu ús disminueix el consum d'energia en la fusió de les matèries primeres.

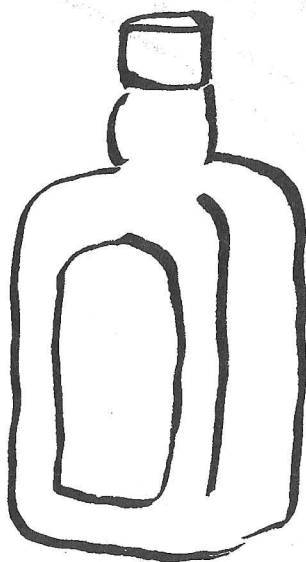
Les matèries primeres necessàries per a la fabricació d'un vidre sodocàlcic són la sorra (SiO_2), la sosa (Na_2CO_3) i la pedra calcària (CaCO_3). Aquesta mescla es mol per accelerar els processos de fusió, després s'introdueix en un forn. La seva temperatura arriba al voltant dels 1.400°C i les matèries primeres es descomponen segons les reaccions indicades a baix i donen una mescla d'òxids i gasos que es desprenen.



Quan la massa s'ha fos se li dona forma per bufament, laminat o amb motlles. A causa de la distinta velocitat de refredament de les capes de vidre es produeixen tensions que fan el vidre molt sensible als cops, per aquesta raó es fa després un reescalfament que elimina aquestes tensions. Si el vidre ha de tenir color, s'afegeixen diferents òxids metàl·lics com ara òxid de ferro, cobalt, manganès, etc.

El vidre està molt relacionat amb la ceràmica i en deriva, però la diferència rau en el fet que la ceràmica s'obté per consolidació d'una barreja de substàncies en pols formada a temperatura ambient i sotmesa després a l'acció d'altres temperatures. En canvi el vidre es fabrica per fusió a temperatures elevades d'una barreja de materials similars i conformació dels objectes abans d'un refredament ràpid.

Activitats complementàries



Dibuixa un diagrama de blocs (amb rectangles i fletxes) que esquematitzi tot el procés de fabricació de la ceràmica i el vidre.

Un dels assaigs realitzats per avaluar la qualitat de les rajoles de ceràmica és la resistència que aquestes ofereixen a l'acció de determinats agents químics. L'assaig consisteix en posar unes gotes del reactiu corresponent sobre la rajola i deixar-lo actuar durant 24 hores. Després es llegeix el resultat de la manera que s'indica en cada cas. Al final expressa els resultats en un quadre resum.

1) Resposta a les taques:

Reactius: permanganat de potassi (5%) i blau de metilè (5%).

Lectura: si la taca es pot netejar només amb aigua assenyaleu amb un 1.
Si la taca marxa amb un producte de neteja, assenyaleu amb un 2.
Si la taca persisteix, poseu un 3.

2) Resposta als productes domèstics de neteja:

Reactius: un agent de neteja tipus.

VIDRES DE LABORATORI

El vidre de tipus pyrex és molt utilitzat als laboratoris, suporta temperatures de fins a 400°C i només l'àcid fluorhídric (HF) l'ataca, encara que l'àcid fosfòric (H_3PO_4) i l'hidròxid de sodi (NaOH) concentrats també el malmeten. La seva composició és: 80% de SiO_2 , 13% de B_2O_3 , 2% de Al_2O_3 , 4,5% de Na_2O i 0,5% de CaO . El vidre de quars (100% SiO_2) és més resistent i aguanta temperatures de fins a 1.000°C.

Lectura: resistent - AA.

bastant resistent - A.

moderadament resistent - B.

poc resistent - C.

no resistent - D.

3) Resposta als additius de piscines.

Reactius: assajar amb lleixiu i sulfat de coure.

Lectura: sense efectes visibles - AA.

lleuger canvi d'aspecte - A.

canvi d'aspecte ben definit - B.

pèrdua parcial de la superfície original - C.

pèrdua completa de la superfície original - D.

4) Resistència als àcids:

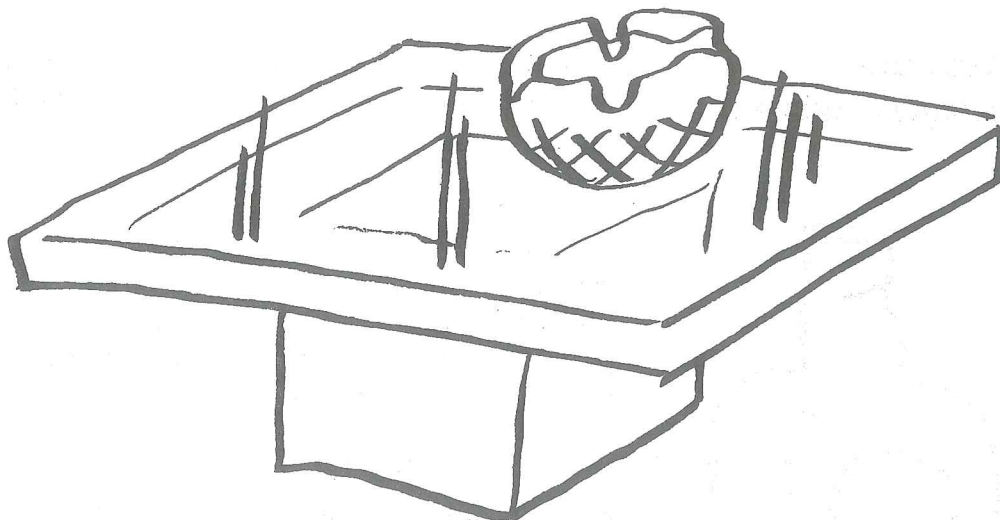
Reactius: àcids clorhídric (10%) i cítric (10%).

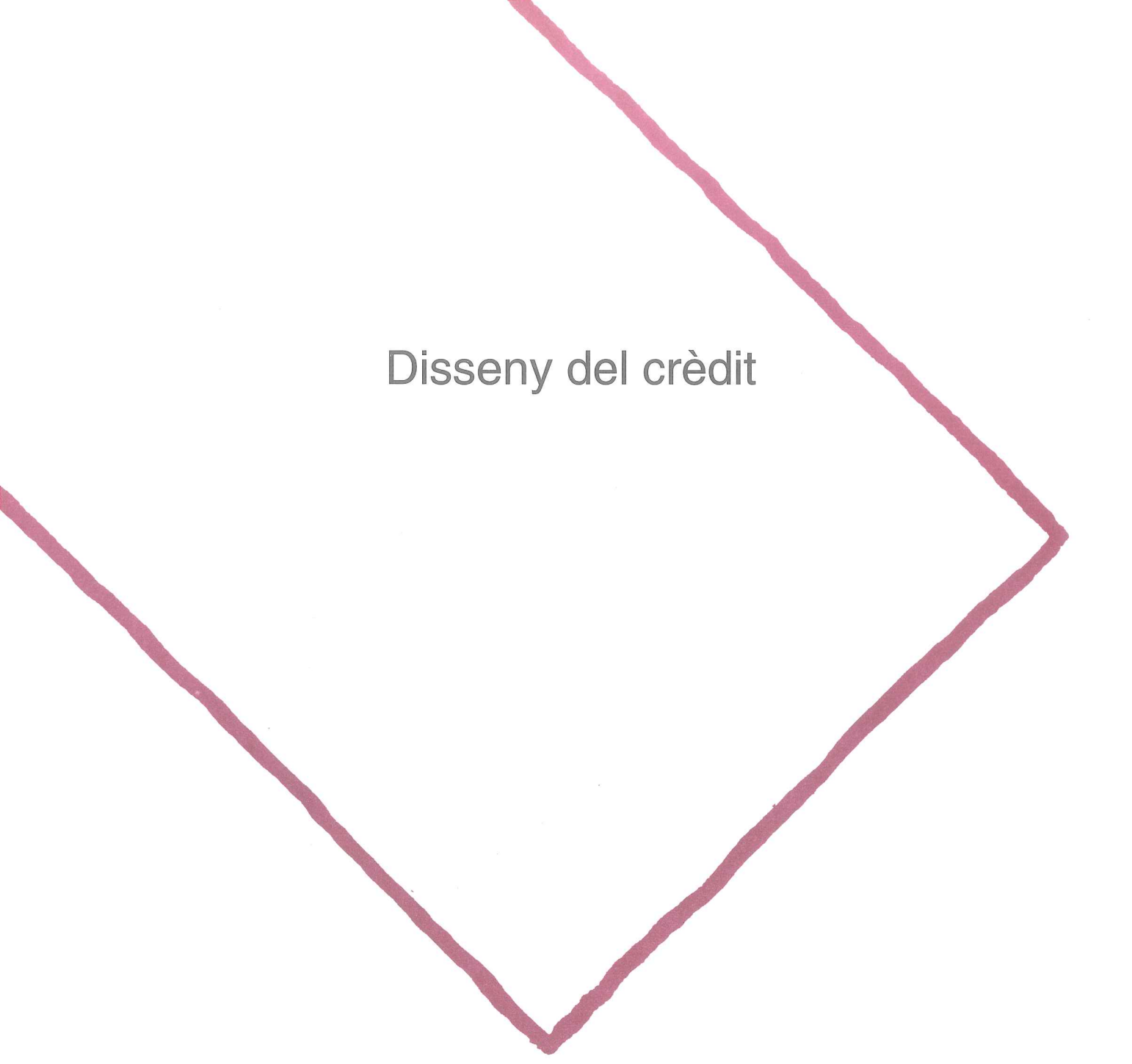
Lectura: es lleixiu com a 3.

5) Resistència a les bases.

Reactius: dissolució d'hidròxid de potassi. (10%).

Lectura: el mateix que a 3.





Disseny del crèdit

Professorat

Aquesta guia per al professor pretén explicar quines són les intencions i els supòsits dels autors del crèdit en les següents vessants:

- Les seves concepcions sobre l'ensenyament i l'aprenentatge.
- El que els alumnes han estudiat de física i química prèviament.
- Com utilitzen el crèdit els autors.
- Les seves fonts d'informació i fonamentació.

Creiem que, encara que els professors i les professores que puguin llegir i utilitzar aquest material ho faran (i ben fet!) com millor els convingui, l'explicitació de les nostres idees és fonamental per aclarir el que pretenem i que, alhora, potser, servirà d'ajut al professorat que l'utilitzi.

Per començar direm que, encara que no de forma rígida, hem tingut en compte les orientacions del Departament d'Ensenyament (*DOGC*, número 2.215, del 7 de juny de 1996), atès que és un material dirigit a portar a terme un crèdit variable tipificat i que per això demana una base comuna amb tots els altres que, amb el mateix títol, es puguin estudiar a qualsevol centre de Catalunya.

L'ensenyament i l'aprenentatge de les ciències

En qualsevol material curricular hi ha, implícitament o explícitament, la idea que tenen els autors dels processos d'aprenentatge o de la seva visió de la ciència, per exemple. Nosaltres, en introduir aquest apartat, procurem que hi sigui explícita.

No pretenem però, en un llibre que ha de ser adquirit per l'alumnat, fer un estudi ampli d'aquestes qüestions i remetem el professorat als textos de Gil et al. (1991), Reid i Hodson (1993) i Aliberas (1989) o a les revistes *Enseñanza de las Ciencias* i *Alambique*, perquè la nostra proposta es pugui ampliar i contrastar.

Sobre l'aprenentatge: una posició constructivista

Creiem amb Driver (1986) que: «El que hi ha a la ment de qui va a aprendre té importància».

El cap dels alumnes no és una capsula buida que s'ha d'omplir. Els estudiants vénen a l'aula amb experiències, coneixements, concepcions, motivacions, etc., prèvies.

«Trobar sentit suposa establir relacions.»

Els alumnes, per trobar sentit al que estudien i entendre-ho, han de poder relacionar-ho amb el que ja tenen al cap. Només establint fortes relacions i bones estructuracions, els coneixements apresos es conservaran força temps.

«Qui aprèn construeix activament significats.»

L'estudiant, quan aprèn, no ho fa d'una manera passiva, si més no, intenta relacionar el nou coneixement amb el que ja en sap i el resultat és una reestructuració de la seva xarxa conceptual. Si no ho aconsegueix, rebutja el nou coneixement com sense sentit. Per tant, l'alumne modifica el que estudia en funció dels seus coneixements previs.

«Els estudiants són responsables del seu propi aprenentatge.»

Això no vol dir traspasar la responsabilitat del professor a l'alumne, això significa, des de la perspectiva constructivista, que si ells no s'impliquen en el seu propi aprenentatge, mai no l'aprehendran. El professorat ha de preparar les activitats perquè els estudiants aprenguin, no perquè el professor ensenyi.

És necessària, doncs, una implicació personal de l'alumne en les tasques d'aprenentatge i és responsabilitat del professor o de la professora preparar i coordinar la realització d'aquestes tasques de la for-

ma més adequada a les possibilitats i als interessos dels estudiants i al context material en què es produeix l'activitat escolar.

La necessitat de tenir en compte els esquemes mentals amb què els estudiants interpreten la realitat física ha donat lloc al naixement de diferents models d'aprenentatge de les ciències que pretenen orientar sobre com abordar l'ensenyament.

Els plantejaments constructivistes semblen haver estat àmpliament assumits pels especialistes en didàctica de les ciències, com mostra el consens existent al voltant de les estratègies de canvi conceptual, en què coincideixen, amb matisos, nombrosos autors. Aquestes estratègies, que s'inspiren explícitament en les idees de Kuhn i d'altres epistemòlegs sobre les característiques de la construcció dels coneixements científics, poden resumir-se en:

- Treure a la llum les idees dels alumnes afavorint-ne la formulació i consolidació,
- per després crear conflictes que les qüestionin
- i introduir a continuació les concepcions científiques que amb major potència explicativa faran possible el canvi conceptual,
- si es proporciona als alumnes oportunitats per utilitzar les noves idees en diferents contextos.

Aquesta orientació ha donat resultats molt positius en cridar l'atenció sobre el pes de certes idees de sentit comú sobre l'ensenyament i l'aprenentatge, sobre el coneixement científic i sobre la naturalesa de la ciència, assumides acríticament com evidències pels alumnes (i pel professorat!).

Però aquesta proposta, a banda de no parar suficient atenció a les formes de raonament associades als esquemes alternatius dels alumnes, és a dir, al canvi metodològic en el raonament dels estudiants (i no gaire al canvi en l'organització de les classes), creiem que no és la més adequada. El recurs sistemàtic a aquestes estratègies de canvi conceptual produeixen una inhibició i un rebuig molt comprensibles en l'alumnat.

En efecte, quin sentit té aconseguir que els alumnes explicitin i consolidin les seves idees per a tot seguit qüestionar-les?, quants estudiants a la tercera vegada de patir el procés no diran que sigui el professor el que comenci?, que no cal quedar sempre com a ignorants.

Hem d'intentar que els alumnes reconstrueixin els coneixements científics. Però la construcció d'aquests coneixements mai es planteja en la comunitat científica per qüestionar idees, per produir canvis conceptuals, sinó per resoldre problemes d'interès per als investigadors (és a dir, en el nostre cas per als alumnes); problemes que s'aborden, com és lògic, a partir dels coneixements que es posseeixen i de noves idees que es construeixen a títol temptatiu.

En aquest procés, les concepcions inicials podran experimentar canvis i fins i tot, encara que més rarament, ser qüestionades des de la base, però aquest no serà mai l'objectiu, insistim, sinó la resolució dels problemes plantejats.

Des d'un punt de vista constructivista resulta essencial associar explícitament la construcció de coneixements a problemes —«Tot coneixement és la resposta a una qüestió» (Bachelard en 1938)— i això qüestiona de forma radical les estratègies habituals de canvi conceptual en allò que suposa agafar les idees dels alumnes com a punt de partida. D'altra part, una característica fonamental del tractament científic dels problemes és partir de les idees que es tenen —fins i tot les més segures i òbvies— com a simples hipòtesis de treball que és necessari controlar, esforçant-se en imaginar altres hipòtesis, etcètera.

Això concedeix un estatus molt diferent a les situacions de conflicte cognoscitiu: ja no suposen per als alumnes el qüestionament extern de les idees personals, ni la reiterada acceptació de les insuficiències del propi pensament (amb les consegüents implicacions afectives), sinó un treball d'aprofundiment en què unes idees (agafades com a hipòtesi) són substituïdes per unes altres (tan pròpies com les anteriors).

En tot cas, la nostra proposta no implica que el professorat deixi de banda les idees amb les quals els estudiants arriben a classe. Ha de conèixer les més comunes (Hierrezuelo i Montero, 1991) i parar compte a les que surtin durant el desenvolupament del problema encetat.

Per tot això, l'estratègia d'ensenyament que ens sembla més coherent amb l'orientació constructivista i amb les característiques del raonament científic és la que planteja l'aprenentatge com a «tractament de situacions problemàtiques obertes, que els alumnes i les alumnes poden considerar de interès» (Furió et al, 1995). Un esquema d'aquesta estratègia d'ensenyament per a un aprenentatge com a investigació queda reflectida a continuació:

1. Plantejar situacions problemàtiques que —tenint en compte les idees, la visió de futur, la visió del món, la destresa i les actituds dels alumnes— generin interès i proporcionin una concepció preliminar de la tasca.

2. Proposar als estudiants l'estudi qualitatiu de les situacions problemàtiques plantejades i la presa de decisions, amb l'ajut de les necessàries recerques bibliogràfiques per acotar problemes precisos (ocasió perquè comencin a explicitar funcionalment les seves idees i formes de pensament).

3. Orientar el tractament científic dels problemes plantejats, fet que comporta, entre altres coses:

—La invenció de conceptes i emissions d'hipòtesis (ocasió perquè les idees prèvies siguin utilitzades per a fer prediccions).

—L'elaboració d'estratègies de resolució (incloent, en el seu cas, dissenys experimentals) per contrastar les hipòtesis a la llum del cos de coneixements de què es disposa.

—La resolució i l'anàlisi dels resultats, comparant-ho amb les obtingudes per altres grups d'alumnes i per la comunitat científica. Això pot convertir-se en ocasió de conflicte sociocognitiu entre diferents concepcions (agafades totes elles com a hipòtesis) i obligar a concebre noves hipòtesis.

4. Plantejar la utilització reiterada dels nous coneixements en una varietat de situacions per fer-ne possible l'aprofundiment i la consolidació posant èmfasi especial a les relacions ciència/tècnica/societat (CTS) que emmarquen el desenvolupament científic (propiciant la presa de decisions) i dirigint tot aquest tractament a mostrar el caràcter de cos coherent que té tota ciència.

Afavorir, en particular, les activitats de síntesi (esquemes, memòries, mapes conceptuals, etc.), l'elaboració de productes (susceptibles de trencar amb plantejaments excessivament escolars i de reforçar l'interès per la tasca) i la concepció de nous problemes.

En aquestes quatre fases esquematitzem la proposta d'estratègia d'ensenyament on intentem integrar aspectes essencials que afecten l'activitat científica i que han estat reiteradament ressaltats per la història i la filosofia de la ciència però que sovint no són prou tinguts en compte en l'ensenyament de les ciències. Ens referim concretament als problemes de contextualització del treball científic (relacions CTS, presa de decisions, etc.) i als components afectius (interès per la tasca, clima de treball, etc.).

D'aquesta manera, l'aprenentatge de les ciències no es concep com un simple canvi conceptual, sinó com un canvi a la vegada conceptual, metodològic i d'actitud.

Com organitzar l'activitat a classe

La base del treball a classe són les activitats del programa-guia elaborat a l'efecte (la primera part d'aquest llibre) que han d'orientar el treball d'investigació dels alumnes i fer possible la construcció individual i col·lectiva de coneixements.

Però és precís que l'activitat a l'aula s'organitzi per afavorir dita construcció. La utilització del programa d'activitats a classe està presidida per la idea d'afavorir un treball col·lectiu, en el doble sentit d'organitzar la classe en petits grups que abordin les activitats proposades i de fer possible els intercanvis entre els grups. La insistència en el treball col·lectiu no ha d'entendre's, per descomptat, com a minusvaloració de l'activitat individual, sinó com a complement i impuls seu.

A més a més, l'existència ben coneguda de diferències importants en el nivell de coneixements, facilitat de comprensió, etc., dels distints alumnes, troba en el petit grup una efectiva via d'homogeneïtzació que afavoreix els estudiants amb dificultats i també aquells que s'esforcen per fer-se entendre.

Per afavorir els intercanvis i per poder proporcionar als alumnes la direcció que precisa el seu treball, no considerem convenient demanar als petits grups que abordin autònomament el programa d'activitats (sol·licitant l'ajuda del professor quan la precisin) i organitzar una posada en comú al final.

La nostra idea és que els estudiants actuïn com a investigadors novells sota la direcció del professor, no d'abandonar-los enmig de la selva com Tarzan. Hem d'intentar que els alumnes avancin a un ritme àgil i homogeni i que no es desorientin.

Com es pot comprovar, algunes activitats del programa-guia que nosaltres proposem són prou àmplies i complicades com perquè el professorat estigui molt atent al seu desenvolupament. Per tant proposem una forma estructurada de portar la dinàmica de la classe, consistent en realitzar una posada en comú, no només després de cada activitat, si convé, trencant les activitats en el moment que el professor detecti alguna dificultat que li impedeix avançar o si creu interessant fer algun suggeriment, etc.

Això permet al professor reformular i sintetitzar les aportacions, afegir informació complementària i orientar les activitats següents. Com és lògic, aquestes posades en comú no deuen emplenar, en general, molt de temps. Per aconseguir això utilitzem tècniques diverses com són la transcripció simultània a la pissarra de les respostes dels grups o una breu exposició d'un dels grups que els altres equips completen o critiquen, si és necessari.

Convé afegir que no és precís esperar que tots els grups hagin completat la tasca proposada per passar a la posada en comú ja que això podria perjudicar el ritme de la classe, provocaria dispersions i, a vegades, avorriment.

El professor ha de seguir, doncs, amb atenció el treball dels grups i passar a la discussió en comú en el moment oportú. Aquesta posada en comú permetrà completar, en el seu cas, el treball dels grups retardats. Més encara, és possible que, en ocasions, el treball dels grups hagi resultat ineficaç —tal vegada perquè l'activitat no està ben dissenyada, fet que n'obliga a la revisió— o bé que els resultats constitueixin aproximacions correctes, però insuficients, i sigui necessari que el professor els reforci afegint informació, reformulant-les, etc. Però com que aquesta informació i aquesta ajuda arriba en resposta a problemes que els grups ja s'han plantejat, resulta significativa per als alumnes i és vista com una cosa que funciona en el procés d'investigació que se segueix i en permet l'aprenentatge.

Volem remarcar també que el desenvolupament eficaç d'un programa-guia exigeix la transformació del clima de l'aula per superar qualsevol atmosfera de control autoritari si volem que els alumnes ens ajudin a portar endavant el crèdit i que l'ambient s'assembli al de la investigació científica que pretenem.

Com plantegem l'avaluació

Ens podríem detenir en molts d'altres aspectes a tenir en consideració a l'hora de desenvolupar el crèdit, com ara la visió que tenim de l'activitat científica o de com aprenen els alumnes. Ens acontentarem amb la recomanació de dos llibres que aborden amb claredat ambdues qüestions, com són *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* (Chalmers, 1982) i *Teorías cognitivas del aprendizaje* (Pozo, 1989), i només acabarem fent incidència en un aspecte que ens sembla, alhora, també molt important i que encara no està resolt: l'avaluació.

No el resoldrem ara però volem deixar constància d'alguns aspectes que hi estan relacionats i que ens semblen lamentables.

En primer lloc, la confusió entre avaluació i qualificació. Avaluem per conèixer (nosaltres i els estudiants) el procés d'aprenentatge i la progressió dels alumnes, també la bondat del programa-guia i la nostra actuació com a professors, i qualifiquem, potser per informar els pares, però sobretot per exercir la funció seleccionadora que ens imposa la societat i que és aliena al procés educatiu i el vicia d'arrel.

No tenim solució al problema de la qualificació. Només que cadascú jutgi en funció de la seva consciència i que utilitzi les notes sempre com a premi i mai com a càstig. Creiem, si de cas, que un alumne que treballi i col·labori en el desenvolupament del crèdit ha d'aprendre i, per tant, aprovar.

Quant a l'avaluació, pensem que hi ha algunes idees i alguns comportaments els quals hauríem de defugir, com són:

- Que pel caràcter precis dels coneixements científics són fàcils d'avaluar, quan resulta que la valoració, fins i tot d'un examen escrit, està sotmesa a uns marges d'incertesa molt amplis.
 - Només avaluar allò que és més fàcilment mesurable, deixant de banda aspectes més conflictius com la creativitat, l'aprenentatge procedimental o l'actitud.
 - Pensar que, com que les matèries científiques són difícils i no tothom està a la seva alçada, una bona avaluació ha de mostrar un elevat índex de fracàs. Quan resulta que la ciència no és sinó una altra forma de coneixement que ha de ser tan accessible a la ciutadania com les altres.
 - Sols tenir en consideració el que els alumnes han aconseguit al final i no els avenços que han tingut al llarg del crèdit.
 - Creure que només s'ha d'avaluar els estudiants, quan una part molt important per millorar la tasca del professorat i dels centres és l'avaluació dels materials, les metodologies i l'organització.
- Al contrari, l'avaluació hauria de permetre:
- Orientar i impulsar el treball dels alumnes. Els estudiants l'haurien de veure l'avaluació com un ajut real a les seves dificultats i els hauria de fer conscients dels seus avenços en l'aprenentatge.

- Valorar tots els aspectes de l'aprenentatge de les ciències (conceptes, procediments i actituds).
- Valorar altres aspectes i no només els estudiants, com per exemple, el clima de la classe, el treball dels petits grups, la tasca del professor.
- Avaluar al llarg de tot el procés i no només al final.
- Tenir en consideració les opinions del professor, però també dels alumnes i dels companys de departament, com a mínim.
- Utilitzar moltes eines de recollida d'informació: petites proves, exàmens, observació directa a l'aula, enquestes, treballs a casa, llibreta de l'alumne, etc.
- Donar utilitat als exàmens o a les proves escrites llargues com a eines per a sintetitzar, globalitzar i aprendre.
- Finalment, hauria de permetre crear expectatives positives de triomf en els alumnes. No hi ha res de més engrescador que l'èxit.

Un últim comentari respecte als exàmens. Creiem que la seva indubtable utilitat es veuria afavorida si es plantegessin mitjançant activitats coherents amb l'aprenentatge per construcció de coneixements i amb condicions de temps compatibles si volem que els estudiants facin alguna cosa més que repetir els coneixements memoritzats.

Com utilitzem el crèdit

Els alumnes, què han treballat prèviament?

Aquest és un crèdit variable d'ampliació que s'ha d'impartir una vegada que els estudiants ja han realitzat la part comuna de química que correspon al segon cicle de l'ESO. Per tant, exposarem breument el que suposem que els nostres alumnes ja saben.

Pel que fa referència a **la part comuna de química del primer cicle de l'ESO** nosaltres optem per donar als alumnes la possibilitat de tenir experiència química. Així com la vida dels nens i joves està plena d'experiència física amb pilotes que xuten, empenyes que es donen i bombetes que llueixen, en el camp de la química la seva experiència vital no és tan concreta, entre altres coses perquè s'atansen poc a la cuina.

És necessari, doncs, donar-los l'oportunitat que puguin «tocar» la química perquè així més endavant puguin fer ús d'aquesta experiència. Aquí no pretenem que els estudiants construeixin models coherents de la ciència química, en tenim prou amb models explicatius ad hoc.

És en **la part comuna del segon cicle** quan el nostre objectiu ja se centra en l'obtenció d'un primer model que expliqui el comportament dels tres estats fonamentals de la matèria al seu abast, i en la concepció de la diferència entre substàncies pures i mescles. És per això que en el programa-guia dels estudiants d'aquest crèdit variable ja partim de la base que tenen mínimament assolit el que anomenem model corpuscular de la matèria i el concepte de substància pura.

Malgrat aquest punt de partida, incloïem uns materials pels alumnes en el segon bloc del llibre sobre aquestes qüestions, que poden donar una idea al professorat de quins són els conceptes que suposem hi han treballat prèviament. A més, en alguns casos podran servir com a eina per a el repàs i en altres, si la part comuna s'ha desenvolupat d'una altra manera, per al primer estudi. Els temes previs inclosos són:

- Sòlids, líquids i gasos
- Model corpuscular de la matèria
- Propietats característiques
- Substàncies pures i mescles
- Dissolucions

També és d'esperar que als estudiants que arriben a aquest crèdit, pel fet d'haver estudiat ja química, els agradi molt més aquesta matèria que quan van començar l'ESO (si no malament!) i que tinguin assolides una sèrie d'habilitats de manipulació i de moviment al laboratori que aniran molt bé per al que han de fer aquí (i si no les tenen ara és el moment de començar).

De la mateixa manera, els alumnes s'han entrenat mínimament en el que suposa desenvolupar problemes qualitatius, proposar hipòtesis, dissenyar experiments, analitzar resultats, etc. I també discutir i treballar en equip.

Cap d'aquests coneixements procedimentals i actituds és fàcil d'aconseguir i requereixen un entrenament continuat al llarg dels seus estudis de ciències. Confiam que el desenvolupament d'aquest crèdit contribueixi a seva millora.

Treball al laboratori

Una bona part del crèdit s'ha de portar a terme al laboratori. Tant si els alumnes tenen experiència o no en el treball experimental és molt convenient que el professorat sempre tingui present el major risc que suposa treballar al laboratori i que, per tant, adopti en tot moment les mesures de seguretat adequades pels seus alumnes.

Disposar d'ulleres o d'extintor, etiquetar els productes, cridar l'atenció dels alumnes sobre la perillositat de certes substàncies, etc., són mesures conegudes i utilitzades per tothom i no ens hi detindrem. Però n'hi ha dues que ens semblen particularment interessants i efectives:

La primera és que en el moment que els estudiants comencin a treballar al laboratori han de saber què és el que han de fer: quins productes, estris i procediments utilitzaran i quins perills hi ha. Abans d'agafar el primer tub d'assaig els alumnes han hagut de dissenyar el procediment experimental i els materials a utilitzar. D'aquesta manera el professor només haurà de solucionar els dubtes que vagin sorgint, ja que la majoria estaran resolts prèviament, i pot dedicar-se a observar el treball dels seus alumnes i estar atent al que passa.

La segona consisteix a intentar que siguin els propis alumnes els que s'adonin dels perills amb els quals es poden trobar al laboratori. En aquesta direcció va adreçada l'activitat 2 del programa en la qual se'ls demana que, davant d'un dibuix que representa una situació de treball al laboratori, trobin els perills més visibles i també els amagats, com si fos un «trobeu els vuit errors» dels diaris. Comprovareu que si vosaltres hi trobeu deu situacions perilloses, els estudiants n'hi trobaran vint.



També fóra convenient fer llegir als estudiants les etiquetes de tots els productes químics que van utilitzant ja que hi figura una llegenda amb els perills potencials que té el producte envasat.

Si de cas, al llarg d'aquests comentaris per al professorat inclourem signes d'avertència en els treballs pràctics o les substàncies que considerem perilloses, sempre tenint en compte que la noció de perill és relativa i que vosaltres, professors, hi teniu l'última paraula sobre la conveniència d'utilitzar un determinat producte o fer una experiència en concret.

Una última recomanació que cal tenir en compte: abans d'anar al laboratori amb els alumnes és fonamental que el professor hagi fet les experiències ell

RECURSOS

L'Institut Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha editat un llibre (AA.DD., 1993) molt complet sobre seguretat i condicions de treball als laboratoris.

Hi ha també un llibret senzill però molt pràctic que no ha estat editat però que regala l'empresa Montplert & Esteban S A (Riera de Sant Cugat, 1, Montcada i Reixac, Barcelona), fàbrica de productes PANREAC (1984).

mateix i hagi comprovat si el material de què disposa és l'adient, quin tipus de perill comporta el treball que s'ha de realitzar, i comprovi els resultats que s'obtenen amb els dissenys proposats.

El programa-guia

La base del crèdit, el que fa de un fil conductor i li dóna coherència, és el programa-guia dels alumnes i és per això que es troba en un primer terme en aquesta publicació.

Dins del programa-guia hi ha dues parts ben diferenciades. Una primera que pretén aconseguir que els estudiants desenvolupin un model explicatiu de l'estructura interna d'elements i compostos i el tipus d'enllaç que els conforma. I una segona en què es van tractant diferents materials, des dels metalls a les ceràmiques.

Considerem que la part principal que cal desenvolupar és la primera i que, després, en funció del temps que quedi disponible i dels interessos del professorat i dels alumnes, es pugui escollir un o altre tipus de materials o bé unes o altres activitats de cada material.

A diferència de la primera part del programa-guia, que constitueix un tot coherent, els diferents apartats de l'estudi dels materials poden tractar-se amb autonomia ja que cap d'ells és prerrequisit dels anteriors.

De fet, cadascun dels materials té entitat per tractar-se de forma independent en un crèdit a part. Nosaltres hem optat per treballar preferentment en cadascun dels apartats els aspectes que ens semblen més relacionats amb la part central del crèdit amb el plantejament un número reduït d'activitats, que poden ser completades pel professorat, o per les que proposem als alumnes al final de cada tema informatiu en els fulls centrals del llibre.

Així, en els metalls el problema a estudiar és el de la seva diferent reactivitat, en els sabons les forces intermoleculars i en els plàstics el reconeixement per les propietats, per exemple, i no aprofundim en els usos i en les aplicacions pràctiques, més relacionats amb la tecnologia.

Aquesta guia per al professorat té la mateixa estructura que la dels alumnes i més endavant anirem comentant una a una totes les activitats que hem proposat.

Els temes informatius

Un crèdit que contingués només el programa-guia obligaria el professorat a posar a l'abast de l'alumnat un altre llibre o altres llibres, o bé fotocòpies amb informació dels diferents temes. Hem optat per incloure la informació que creiem que poden arribar a necessitar els estudiants al llarg del desenvolupament del crèdit.

La informació que hem inserit, evidentment, no és exhaustiva, però tampoc pretenem que en finalitzar el crèdit els alumnes aprenguin tot el que hi ha. De la mateixa manera que, possiblement, no podreu arribar a realitzar totes les activitats del programa, alguna cosa de similar us passarà amb l'estudi dels continguts conceptuals. Heu de pensar que un crèdit, per una raó o per una altra, mai arriba a complir les trenta hores.

L'estructura de la matèria

Com ja hem dit, la primera part del programa-guia pretén construir un model d'unions entre àtoms i molècules que expliqui l'estructura interna d'elements i compostos. Pretenem que els alumnes arribin a resoldre el següent problema:

Com explicar que les propietats dels diferents materials són les que són?

El problema actua com a fil conductor de manera que comencem per preguntar als estudiants sobre les propietats característiques de les substàncies, per intentar a continuació classificar-les en funció de propietats comunes i, finalment donar explicació a les regularitats que s'observen mitjançant un model d'estructura interna: una teoria d'enllaços.

RECURSOS

Un llibre de química general que està força bé és el de Russell (1986). I com a llibre de dades us recomanem el de Strandgaard et al. (1987), on trobareu totes les dades que podeu necessitar i no són en aquest crèdit. El manual de la UNESCO (1978) hauria de ser en totes les biblioteques dels centres ja que aporta un munt d'idees per fer treballs pràctics de baix cost.

Una visita a una fàbrica d'envasar productes de neteja és molt recomanable. Normalment aquestes empreses no fabriquen les matèries primeres dels envasos plàstics ni cap compost, ho compren tot però són molt interessants ja que moltes vegades a més a més d'envasar es fan elles les fórmules magistrals i per tant han de manejar àcid clorhídric, amoníac, hiposulfit de sodi, sabó, detergents, etc. i també fabriquen els seus propis envasos a partir dels plàstics (termoplàstics) que compren en forma de lleties.

Per tant, una visita a una fàbrica d'aquesta mena cobriria una bona part dels materials inclosos per a l'estudi del crèdit: àcids, bases i sals, sabons i detergents, i plàstics.

La *Guia de Turisme Industrial de Catalunya*, editada per la Cambra Oficial de Comerç, Indústria i Navegació de Barcelona, conté un directori d'empreses diverses que s'ofereixen per realitzar-hi visites.

 La primera activitat del crèdit serveix per introduir la importància dels materials en la nostra vida. És una activitat que serveix per donar sentit a l'estudi del crèdit i, alhora, per acabar de presentar-los el fil conductor que seguiran. El dibuix que l'acompanya és prou descriptiu.

 La segona activitat pretén fer de pont entre el que els alumnes ja han estudiat i la feina que els espera. Com ja hem comentat anteriorment, partim de la base que ja saben què són mesclades i substàncies pures, elements i compostos i que són les propietats característiques i quina utilitat tenen.

Si no és així, us veureu obligats a començar per aquí. No hem preparat programa-guia per als coneixements que considerem previs, així que us recomanem el llibre de Calatayud et al. (1988) per les qüestions prèvies. En qualsevol cas també és molt recomanable ja que

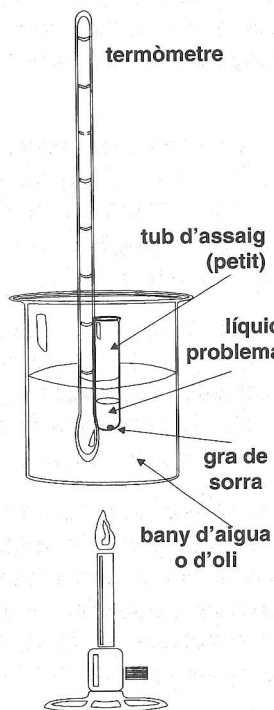
són dues bones propostes en forma de programa-guia per treballar tots els continguts de la física i la química a nivell de 2n cicle de l'ESO i primer de batxillerat. De totes maneres, a les pàgines centrals, hem inclòs la informació dels temes previs.

ACTIVITAT 3 Les propietats característiques més interessants a aquest nivell són els punts de fusió i ebullició, la densitat, la conductivitat elèctrica i la solubilitat. A la taula 1 incloem els valors dels punts de fusió i d'ebullició i la densitat d'un bon grapat de productes representatius dels diferents tipus de substàncies. Hem començat a omplir la taula pel que fa a la conductivitat en estat sòlid i líquid (o en dissolució) i a la solubilitat en aigua i un dissolvent orgànic, i esperem que els alumnes siguin capaços d'acabar d'omplir-la en l'activitat 6.

ACTIVITAT 4 La fase de disseny experimental és una de les més creatives. Us adonareu com els estudiants són capaços de dissenyar procediments per obtenir totes les dades. Ara bé, se'ls escapen moltes coses fonamentals en les mesures científiques, com és la reproductivitat exacta de la mesura, o la fiabilitat, o fins i tot poden no tenir clar què és un error i com minimitzar-lo. Si és així, no tindreu més remei que utilitzar part del temps del vostre crèdit a tractar aquests temes. De totes maneres sempre haureu de dedicar una estona a recordar.



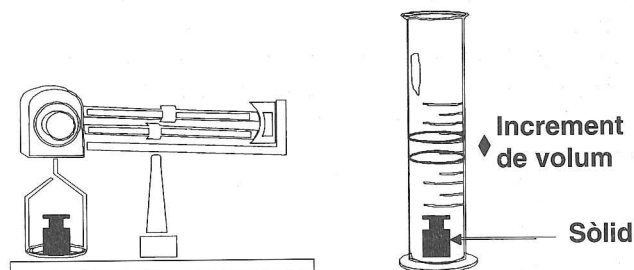
Quan s'escalfa



Hem pensat que no és necessari fer mesures de punts de fusió i ebullició, encara que és possible fer-los de substàncies que els tinguin per sota dels 100 o 300 °C, que són les gradacions dels termòmetres que normalment hi ha als laboratoris escolars. Aigua o oli d'oliva, respectivament, són adequades per al bany maria.

Dispositiu per mesurar al laboratori escolar els punts d'ebullició. Per als punts de fusió cal substituir el tub d'assaig per un capil·lar (i el vas de precipitats es pot canviar per un Thiele).

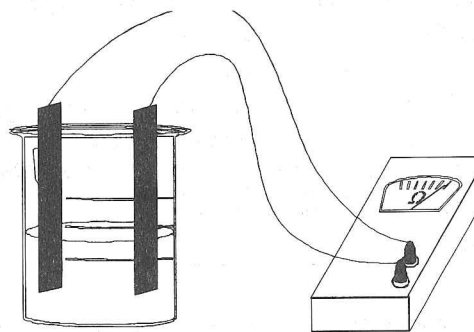
És fàcil mesurar la densitat de sòlids compactes no reactius i de líquids, però, en el cas de sòlids reactius o simplement en pols, s'escapa a les nostres possibilitats, per la qual cosa aquí també hem pensat acudir a les taules de valors.



Dispositiu per mesurar la densitat al laboratori escolar.

La solubilitat de les substàncies en aigua o un líquid orgànic apolar és molt fàcil de fer: uns quants tubs d'assaig, els dissolvents i una cullereta, i ja està. La mesura ha de ser qualitativa: es dissol apreciablement, o no. Les substàncies poc solubles (en les quals la dissolució no s'aprecia a simple vista) les considerarem com no solubles. En el cas de dissolució en aigua, es pot provar si la dissolució té lloc en calent. Procureu que el dissolvent orgànic no sigui massa tòxic.

Quant a la mesura de la conductivitat de les substàncies en estat pur o en dissolució hi ha dos procediments qualitatius prou senzills, sempre amb la idea d'arribar a la conclusió de si condueix el corrent o no, no de quan el condueix (de manera similar al cas de la solubilitat).



Dispositiu per mesurar la conductivitat al laboratori escolar.

El primer consisteix a utilitzar una pila de petaca i una bombeta (per a conductivitats baixes, un LED), en sèrie, amb els extrems agafats amb pinces de cocodríl a dues làmines conductores (de coure, per exemple), que seran les que s'introduiran en els líquids i dissolucions (per als sòlids no cal).

L'altre procediment és com l'anterior, però utilitzant un polímetre en la seva condició d'ohmímetre. Són preferibles els analògics als digitals, ja que en els primers és suficient veure com es mou l'agulla. En tot cas, els dos tipus d'aparells avui en dia són molt barats (si no es volen de gaire precisió), es poden trobar a qualsevol botiga d'electrònica (i a les grans superfícies de 1.500 pessetes en amunt) i, a més a més, són reciclables per a les classes d'electricitat: - .



Aquesta activitat ja l'hem tractada abans, a l'apartat del treball al laboratori.



Prèviament els professors hauran preparat les substàncies químiques de les quals els alumnes hauran de mesurar les seves propietats. Poden ser algunes de la taula 1 o les que disposeu al vostre laboratori. En tot cas les



Àcids, bases i alguna substància orgànica

heu de triar en funció de la mínima perillositat, encara que és inevitable escollir àcids i bases, que poc o molt són irritants i/o corrosius, i que representin els quatre grans grups que es pot fer de les substàncies en funció de l'estructura interna: metalls, compostos iònics, covalents i atòmics.

Entre 20 i 30 elements i compostos donen prou joc per poder després fer els grups de substàncies. En tot cas, segons el nombre d'alumnes que tingueu i del temps, podeu afegir substàncies amb les seves propietats, de la taula 1 o de qualsevol llibre de dades.



Es pot proposar als alumnes, si ells no ho fan abans, un quadre de doble entrada en el qual aniran escrivint els noms dels elements i compostos en funció de les propietats que tinguin. Podria ser com el següent:

		Conductor		No conductor	
		Sòlid	Líquid o en dissolució	Sòlid	Líquid o en dissolució
Soluble	Aigua		NaCl		
	Dissolvents orgànics				
No soluble		ferro		SiO ₂	

Per acabar de diferenciar els grups de substàncies s'haurien de tenir en compte els punts de fusió i d'ebullició. Encara que quedi algun compost penjat, és probable que surtin els quatre grups principals i un cinquè corresponent als plàstics, que es diferenciaria

dels compostos atòmics per tenir uns punts de fusió molt més baixos.

L'estructura interna d'elements i compostos

En aquest apartat els alumnes han de (re)construir un model de unions entre els diferents tipus d'àtoms que donin resposta a les propietats que presenten els diferents grups de substàncies obtinguts. Però abans d'entrar directament a cada grup i per fer un procés més gradual comencem per preguntar-los per l'explicació que es pot donar a cadascuna de les propietats característiques.



Han de començar per donar una explicació a nivell de partícules (àtoms o molècules) del que succeeix quan una substància es dissol en una altra. Per exemple, què passa quan la sal o el sucre es dissolen en aigua. Seria suficient que expliquessin que la dissolució suposa el trencament de l'estructura del sòlid i la difusió en el líquid.

Més difícil és argumentar perquè no es produeix la dissolució. Però segur que algun grup d'alumnes fa un plantejament basat en la major fortalesa de les unions de les partícules entre si, les del sòlid d'una banda i les del líquid de l'altra.



És possible que els estudiants, encara que coneixen l'existència dels electrons i que saben que els metalls condueixen el corrent elèctric, no tinguin gaire clar un model que expliqui com es produeix aquest fet. Molt menys encara la conducció en el si de les dissolucions.

En el cas dels sòlids és fàcil que els alumnes acceptin un model de càrregues elèctriques lligades als electrons que circulen en el si del material conductor, de forma similar (compte amb les comparacions!) a l'aigua que circula per una canonada.

Pel que fa a les dissolucions se'ls ha de recordar el model que acaben de proposar en l'activitat anterior, és a dir, que les partícules del solut es mouen entre les del dissolvent i que en l'estat líquid les partícules no estan lligades i fixades les unes a les altres.

Cal esperar que aquesta reflexió porti al fet que l'única possibilitat de moviment de càrregues elèctriques en els líquids i les dissolucions és que aquestes vagin lligades al de les pròpies partícules, que són les que es poden moure. El model de conducció en líquids ha de tenir també en compte la neutralitat de les dissolucions.

ACTIVITAT 10 Un model basat en una força més o menys gran entre les partícules de les substàncies és suficient.

ACTIVITAT 11 i 15 Amb l'activitat 11 entrem a la part central del crèdit. Si fins ara heu hagut d'interrompre les discussions dels grups per tal de fer alguns aclariments i/o heu tornat més d'una vegada a discutir la mateixa activitat després d'una reflexió en comú de tota la classe perquè l'enfocament no havia estat l'adequat, en les activitats que segueixen (fins a la 15) encara haureu d'estar més atents i anar a poc a poc, una per una.

Els alumnes tenen una gran tendència (pròpia del pensament no científic) a donar explicacions ad hoc, per a cada situació amb què es troben. Igualment, els costa tenir en consideració diverses variables a la vegada. Heu de ser conscients d'aquestes dificultats, però també heu de tenir confiança en la seva capacitat: segur que se'n surten.

Creiem, de totes maneres, que el professor ha de presentar als estudiants el concepte d'electronegativitat com una mesura quantitativa del grau de caràcter metàl·lic o no metàl·lic d'un element. Amb una taula periòdica dels elements a les mans els alumnes seran capaços d'ordenar els elements de més metall a més no-metall.

Recomanem realitzar l'activitat 3 del final del tema informatiu sobre l'enllaç. Hem preparat una espècie de taula periòdica dels compostos (vegeu taula 3), per posar en relació l'electronegativitat dels elements amb el tipus d'enllaç que es forma quan s'uneixen per donar compostos. Funciona prou bé i creiem que és un bon complement a la taula 2, en la qual es dona el tant per cent de caràcter iònic en funció de la diferència d'electronegativitat dels elements que s'uneixen.

ACTIVITAT 16 És l'únic moment en el crèdit en el qual es demana explícitament fer un parèntesi i recopilar tot el que s'ha estudiat fins ara. Aquests tipus d'activitats són força interessants i per això us proposem al final de la guia un conjunt d'activitats genèriques que van en la línia de recapitular i reflexionar sobre el que s'ha fet.

Aquí finalitza el nucli del crèdit i comença l'estudi de diferents tipus de materials. Potser és el moment, en funció és clar del temps de què encara disposeu, de negociar amb els alumnes la prioritat i l'ordre en què abordareu els continguts que resten.

Els metalls

Comencem l'estudi dels diferents tipus de materials amb els metalls, ja que són els materials per excel·lència. L'estudi dels metalls se centra en la seva reactivitat, considerant-la tant en els processos d'obtenció com en els de corrosió.

No entrarem en la mecanització ni en la utilització dels metalls, ni en els problemes de contaminació i reciclatge, encara que al final de la informació sobre els metalls hi ha algunes activitats que hi fan referència.

RECURSOS

El crèdit elaborat per Lozano et al. (1989) que tracta de metalls, combustibles i plàstics porta un munt d'activitats molt interessants. Així mateix, el crèdit de Milà (1994) sobre l'impacte ambiental dels metalls pesants aporta moltes idees.

Quant a visites, el Museu de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya (rambla d'Egara, 270, 08221 Terrassa), a més a més de les exposicions permanents cada any n'organitza de noves, algunes vegades relacionades amb la indústria metal·lúrgica.

ACTIVITAT 11 i 2 Aquestes dues activitats inicien l'estudi de la reactivitat dels metalls amb dos casos extrems: el coure, que arriba a trobar-se nadiu, i l'alumini, que necessàriament s'ha d'obtenir per electròlisi.

ACTIVITAT 3 Amb l'excusa de comprovar la congruència entre la reactivitat dels metalls i la forma d'obtenir-los de les seves menes, els alumnes tenen ocasió d'estudiar els processos d'obtenció de tres dels metalls més utilitzats. Els professors podeu augmentar la informació agrupant els metalls segons el mètode habitual d'obtenir-los i explicant els noms de les menes metàl·liques més importants i les seves fórmules químiques.

ACTIVITAT 4 Una estructura de ferro tant es pot trobar en un clima càlid o plujós, a l'aire lliure, dins un riu o al mar. El disseny experimental hauria d'intentar reproduir aquestes diverses condicions dins els tubs d'assaig, on els estudiants introduiran les mostres de ferro. Haureu d'estar atents que els dissenys siguin reproduïbles i que separin bé les variables a tenir en compte. Més detalls sobre com es pot portar a terme aquesta experiència els podeu trobar als llibres de la UNESCO (1978) i de Lozano et al. (1989).

Acabem aquest apartat amb un problema obert que esperem que serveixi per relacionar el que hem estudiat amb els aspectes tecnològics i socials relacionats.

Àcids, bases i sals

En aquest cas el programa-guia se centra en l'estudi de les reaccions químiques dels àcids i en la seva caracterització com donants de protons, deixant una mica de banda els aspectes més clàssicament estudiats de la neutralització i les valoracions àcid-base.

RECURSOS

Aquestes substàncies són tractades en qualsevol llibre de química general o de text, per la qual cosa hi ha informació molt completa a l'abast dels estudiants.

Per a estudiar el problema de la contaminació atmosfèrica que dona lloc a la pluja àcida us recomanem el llibre de Luna (1995), i per a la contaminació d'àcids, de bases i de sals els de Martínez (1988) i Díaz (1988), d'adquisició fàcil i econòmica.

Quant al problema de la pluja àcida existeix una unitat didàctica que el tracta específicament (ASE, 1991a). És inclosa dins el programa ScienceAcross Europe, organitzat per l'Associació per a l'Ensenyament de les Ciències (ASE), organisme britànic, en el qual participen centenars de centres educatius d'arreu del món. Us animem a participar-hi, és un programa que és desenvolupa en totes les llengües europees, inclosa la catalana. Per a més informació adreceu-vos al Dr. Carles Parejo (San José, 44, 08202 Sabadell), que és el responsable del programa a Espanya.

Es comença per buscar a la bibliografia les propietats dels àcids (i de les bases) per tenir una primera aproximació a la seva caracterització: reaccionen amb els metalls, canvien de color als indicadors, etc. Més endavant, a l'activitat 5, comprovaran experimentalment totes aquestes propietats.

Si els alumnes escriuen a la pissarra la fórmula d'uns quants àcids, ràpidament s'adonaran que tots tenen en comú l'existència d'hidrogen.

Més difícil és contestar aquestes dues preguntes, encara que els estudiants arriben a intuir que és l'hidrogen el responsable del seu caràcter

àcid. S'ha de recordar les experiències de conducció elèctrica en dissolució aquosa dels àcids i bases que van fer al començament del crèdit i conformar-vos amb el fet que els alumnes arribin a la conclusió que un àcid fort és el que es dissocia totalment i que les dissolucions seran més àcides com més gran sigui la concentració d'ions hidrogen.

Us recomanem estudiar les reaccions dels àcids amb els metalls, per exemple amb el coure, el zinc i el ferro, que contribuirà a reforçar el que s'ha vist sobre la seva diferent reactivitat, i amb el carbonat de calci. També comprovar com acoloreixen els indicadors, mesurar el pH de diferents solucions d'àcids i bases a diferent concentració i, a l'últim, veure qualitativament com les propietats dels àcids són neutralitzades per les bases.

És interessant utilitzar àcids i bases d'ús comú a la llar, com l'amoniac, el sulfamat, el lleixiu, el bicarbonat, etc. Quant a la mesura de pH, és suficient amb el paper indicador universal, encara que al mercat hi ha pHmetres de mà a preus assequibles.

Per tornar a incidir en els continguts estudiats i relacionar-los amb aspectes socials i tecnològics, s'introdueix aquesta activitat. Han de sortir els canvis de pH en els sòls, l'atac dels àcids a les teulades de coure d'edificis emblemàtics, la destrucció de monuments de pedra calcària, etc., i la relació d'aquest problema amb un tema que estudien més endavant, el de la combustió.

Els sabons i els detergents

El tema es desenvolupa agafant com a element central el mecanisme de la detergència, doble solubilitat i disminució de la tensió superficial. Es parteix del procés d'obtenció per arribar a conèixer la fórmula del sabó i la seva doble capacitat de dissolució en aigua i greix. Altres aspectes, com els additius o la contaminació pels detergents, ho deixem per a les activitats complementàries.

RECURSOS

El llibre realitzat pel Grup Martí i Franqués (1986), *¿Eso es química?*, es dedica en dues terceres parts a tractar els temes dels sabons, detergents i cosmètics des d'un punt de vista pràctic i està adreçat a l'ensenyament secundari.

La primera és una activitat d'introducció per lligar la fabricació d'un producte amb les seves vivències. Possiblement, si ho pregunten a les seves àvies, aquestes els podran explicar que anaven guardant els olis bruts que havien utilitzat per fregir o bé compraven greixos d'animals, els feien bullir amb sosa i així obtenien el sabó de tot l'any. Respecte a la segona activitat, tenen la descripció al tema dels sabons.

És una manera de fer una síntesi, de fer un esquema i de conèixer els estris de laboratori. S'hauria de calcular prèviament la quantitat de sosa que s'ha d'incorporar (més un excés) i utilitzar oli d'oliva, de gira-sol i, fins i tot, de coco (a les adrogueries). És important afegir una dissolució concentrada de NaCl perquè el sabó se separi; s'ha de deixar reposar i després s'ha de separar per filtració.

Es tracta d'escriure una fórmula orgànica desenvolupada i de veure que a la molècula de sabó hi ha dos tipus d'enllaços diferents. La part orgànica de la molècula, amb enllaç covalent, és miscible en dissolvents orgànics tipus èter o benzè, mentre que la part iònica és fàcilment soluble en dissolvents polars com l'aigua. Molta brutícia és orgànica i, per tant, la part molecular del sabó l'atraurà i la part iònica farà que sigui soluble en aigua.

De la mateixa manera que les forces de cohesió atrauen les molècules que hi ha a la superfície del líquid i impedeixen que passin a l'estat gasós (sols les que tenen energia suficient poden passar a l'estat gasós). Les forces de cohesió entre molècules del mateix compost són les que suporten l'agulla i impedeixen que s'enfonsi. Quan s'afegeix una mica de sabó disminueix la tensió superficial, és a dir, aquestes forces es fan més petites i les molècules d'aigua envolten i mul·len l'agulla i aquesta va cap al fons.

Els valors de les tensions superficials ens indiquen que les partícules de mercuri s'atrauen molt entre si (enllaç metàl·lic), a diferència de les d'aigua (enllaç per ponts d'hidrogen), i per això la superfície lliure del mercuri fa un menisc intern amb una forma característica de manera que no mulla la superfície del tub.

Els combustibles

Aquest capítol gira al voltant del significat de la reacció de combustió, l'energia que es desprèn i el concepte de poder calorífic. La presència d'hidrocarburs al petroli s'aprofita per veure un inici de l'estructura bàsica de la química orgànica, que serà d'utilitat en el tema dels plàstics.

RECURSOS

El Fórum Atómico Español (Boix i Morer, 6, 3r - 28003 Madrid), que és una fundació que depèn de les companyies elèctriques, ha editat uns quants llibres i materials relacionats amb el món de l'energia i dirigits als ensenyaments secundaris. És evident que escombren cap a casa, però estan molt ben fets i porten molta informació. En particular us recomanem el que es titula *Centrales eléctricas* (UNESA, 1985) i els que editen cada any amb el títol *Energía* (per exemple, *Energía 94*, 1995), que són un recull de dades estadístiques sobre producció i consum energètic arreu del món. Els envien de franc a qui ho sol·liciti.

Un llibre molt interessant per treballar l'estalvi energètic amb els alumnes és el de l'Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (1993). També existeixen unitats didàctiques dins el programa Science Across Europe, que tracten de l'ús de l'energia a la llar (ASE, 1993b) i de les energies renovables (ASE, 1993c).

Abans de parlar dels combustibles s'ha de definir quina és la característica que els identifica. Atès que l'oxidació moltes vegades és també una reacció amb oxigen és interessant reflexionar sobre quines són les diferències amb la combustió. D'aquesta manera es parteix dels coneixements que en tenen els alumnes. La combustió és una reacció amb oxigen que pot ser ràpida, en la qual es desprèn una gran quantitat d'energia, generalment acompanyada de llum, mentre que l'oxidació es produeix molt lentament i a temperatura ambient.

Des del punt de vista teòric no hi ha cap dificultat per fer un disseny. El paràmetre a mesurar seria l'augment de temperatura de l'aigua. Ara bé, si es vol portar a terme sorgiran un munt de dificultats de tipus tecnològic (construcció del forn, pèrdues de calor, etc.) que és convenient arribar a endevinar-les i discutir-les, encara que no es faci l'experiència. Aquestes dificultats són les mateixes que tenen els científics quan volen desenvolupar una aplicació industrial d'un determinat fenomen i que es resolten amb la intervenció d'enginyers i tècnics especialistes en diverses branques.

Les unitats es podrien usar en funció de la quantitat d'aigua que s'escalfa, la temperatura que s'assoleix, etc. Per exemple, fixar una quantitat d'aigua, un litre, i veure quin augment de temperatura produeix per

cada quilo de combustible. A partir d'aquestes dades es podria canviar a unitats de calor: jouls o calories utilitzant la calor específica de l'aigua. Dependrà del temps disponible i del tipus d'alumnes que s'utilitzi la potència calorífica en kJ/kg o en quantitat d'aigua escalfada.

ACTIVITAT 3 Amb la calor específica, l'increment de temperatura i la massa d'aigua es pot calcular la quantitat de calor necessària. També si el lignit té un poder calorífic de 16,5 kJ/kg es pot obtenir la quantitat de lignit necessari. Qualitativament es podria abordar la qüestió comparant el poder calorífic del butà i del lignit (vegeu taula 1 dels combustibles).

ACTIVITAT 4 És una ocasió per introduir els diferents tipus de combustibles, la seva composició i estructura. Les diferències entre els tipus de carbons les poden buscar els alumnes en la part de teoria del crèdit. Si a l'institut hi ha exemplars dels carbons se'ls poden ensenyar. En el cas del petroli s'hauria d'explicar la composició i formulació del hidrocarburs més senzills i/o utilitzats.

ACTIVITAT 5 Amb aquesta qüestió veuran que és el carboni l'element majoritari dels combustibles i és el responsable (juntament amb l'hidrogen en els hidrocarburs) del desprendiment d'energia. Per això, com més alta sigui la proporció d'aquest element més gran serà el seu poder calorífic.

La matèria D és la fusta verda, la B és la turba, la E el lignit, la A l'hulla i la C l'antracita.

ACTIVITAT 6 Pretenem assolir la formulació dels hidrocarburs i el concepte de reacció de combustió.

ACTIVITAT 7 i 8 Aniran sortint els diferents factors que afecten la despesa energètica, com són edat, activitat física, sexe, pes, alçada i superfície corporal. Els hauria de quedar clar que quan dormim el nostre cos continua gastant energia, encara que menys quantitat que quan estem llevats.

Si considerem que les necessitats energètiques diàries són 2.800 quilocalories per als nois i 2.100 per a les noies, hauran de prendre les quantitats d'aliments adients (amb el seu contingut calòric), procurant no sobrepassar aquestes dades, però també sense quedar-se curts.

Els plàstics

Dins d'aquest grup tan important de materials, que podria ser objecte de tractament en un crèdit inde-

pendent, ens detenim bàsicament en el reconeixement dels tipus de plàstics més utilitzats, en l'estudi d'alguna de les seves característiques físiques, que permetran als estudiants poder fer-se una idea de l'estructura interna de les macromolècules, i en l'aprofitament de les seves propietats per separar-los i classificar-los.

RECURSOS

El llibre de Parejo (1995) és excel·lent per utilitzar-lo en un crèdit de plàstics i com a informació per al professorat. Tracta tots els aspectes de forma prou exhaustiva. En particular proposa l'obtenció al laboratori de diversos plàstics, parla extensament del cautxú, fa història, explica els mètodes d'obtenció de peces, etc.

El material de l'associació de fabricants de plàstics (Scott i Cordón, 1995) també és interessant. Està estructurat en forma de programa d'activitats. Com és natural, escombra cap a casa quant als avantatges dels plàstics. Es pot demanar gratuïtament a: ANAIP (Confederación Española de Empresarios de Plásticos, av. Brasil, 17, 28020 Madrid).

No pretenem aprofundir en l'obtenció dels plàstics ni en la producció de peces, ni en la seva utilització industrial i domèstica, ni en els processos de reciclat per piròlisi o incineració.

Abans de començar l'estudi dels plàstics fóra bo encomanar als alumnes que portin de casa plàstics de tota mena, que després podran fer servir en el seu treball (preferentment objectes sencers que portin algun tipus d'identificació).

ACTIVITAT 7 Amb aquesta primera activitat es pretén que els estudiants facin una lectura comprensiva del text i comencin a familiaritzar-se amb els noms, les sigles i la composició dels plàstics.

ACTIVITAT 8 Aquí s'intenta que els alumnes aprenguin a reconèixer un mínim de diferents plàstics per poder realitzar l'activitat següent. La col·lecció dels estudiants es pot completar amb mostres conegudes pel professor.

ACTIVITAT 9 Els alumnes poden construir una taula amb els diferents plàstics escollits i les seves propietats, de manera que els pugui servir en el futur per identificar noves mostres:

	PE	PS	PVC	etc.	etc.
Comportament davant la calor					
Assaig a la flama					
Densitat					
Flexibilitat					
Tall					
Fragilitat					
etc.					

El comportament davant la calor distingeix els termoplàstics dels termoestables, el color de la flama és un indicatiu de la seva composició, la densitat pot distingir plàstics molt semblants, etc.

Concretament, pel que fa a l'assaig a la flama s'hauria de tenir en compte si la mostra crema amb facilitat o no, si s'apaga quan es treu la mostra del foc, si degota el plàstic o no, el color i l'olor dels fums i si canvien el color del paper indicador humit (és el cas del PVC).



Quan s'escalfa i crema, el polietilè goteja.

En aquesta activitat es pretén estudiar de manera quantitativa una de les propietats dels plàstics i intentar arribar a trobar una llei paral·lela a la de Hooke per a les molles, és a dir, com s'estira una goma en funció del pes que li penjem.

Fóra convenient proposar als alumnes un parell de coses que els portaran a veure la diferència de comportament entre els metalls i els plàstics:

Una vegada que hagin mesurat els allargaments de la goma (penjant-hi pesos), que ho tornin a fer, però aquesta vegada realitzant el procés invers: traient els pesos. En cada allargament de la goma hi ha un procés d'histeresi que fa que no torni a recuperar-se com ho fan les molles.

Comprovar què passa quan s'escalfa amb un assecador de cabell una molla i una goma de les que han suportat un pes. Si les estiren fins a doblar la seva longitud i les escalfen, observaran com la molla s'estira i la goma s'encongeix, i si les deixen refredar passarà el contrari. L'explicació ve donada per la diferent estructura interna dels metalls i els plàstics.

Respecte a aquesta qüestió se'ls pot fer reflexionar sobre el comportament de les rodes dels cotxes, que

mantenen la seva forma quan s'escalfen pel fregament amb l'asfalt, a pesar de l'augment de la pressió de l'aire de l'interior, que queda compensada per la tendència a encongir-se de la goma.

A l'activitat complementària 3 es proposa als alumnes una activitat que podria ser alternativa a aquesta, ja que se'ls demana sobre l'estudi de la resistència a la tracció i al foradament.

Ceràmica i vidre

Bàsicament es pretén estudiar l'estructura atòmica dels materials ceràmics i vidres, que com que són similars donen origen a propietats semblants.

RECURSOS

Per a les ceràmiques i els vidres tradicionals hem hagut de recórrer a llibres amb una certa antiguitat que no són al mercat així és que, malauradament, no us en podem recomanar cap. En el cas dels nous materials ceràmics podeu adreçar-vos al monogràfic que la revista *Investigación y Ciencia* va publicar el 1986 sobre materials o l'anuari que publica *El País* sobre ciència, tecnologia i medi ambient (1996).

A les botigues i als magatzems de totxos, rajoles, etc., normalment es troben fulls informatius sobre les característiques dels materials ceràmics que venen, les proves de qualitat que s'utilitzen, etc.

Es pretén donar una ullada als diferents tipus de ceràmica que trobem al nostre voltant i iniciar una classificació. Bàsicament ens interessa la diferenciació entre porosa i compacta, i a més introduir els noms nous com ara la porcellana, la pisa, el gres, etc.

En la part informativa dedicada a aquest tema hi ha un punt en el procés de fabricació que permetrà que els estudiants es familiaritzin amb els components bàsics de les ceràmiques: la sílice i l'alúmina.

Les propietats més evidents (duresa, inèrcia als agents químics, resistència a la calor, aïllants de l'electricitat, etc.) identifiquen la ceràmica amb una estructura gegant de tipus atòmic en la qual el component bàsic és l'enllaç Si-O. És bàsic també l'enllaç Al-O de l'alúmina hidratada, però tenint en compte la complexitat de l'estructura es pot ometre.

Remetre els alumnes a la taula 1 és una manera de repassar les propietats de les substàncies atòmiques i dels metalls i justificar també la investigació cap a la recerca de nous materials que tinguin les propietats de tots dos.



Els components són molt semblants a les ceràmiques i el principal és el mateix: la sílice. Com que les propietats són també molt semblants es pot intuir que l'estructura interna sigui també del tipus atòmica. Els dibuixos de l'estructura de la sílice, del vidre de sílice i del vidre corrent, inclosos al document teòric, són molt entenedors.

Activitats generals que poden realitzar els alumnes en acabar qualsevol apartat

Fer una síntesi del tema, apartat, etc.

Enunciar els aspectes de la metodologia científica que s'han practicat en aquest tema citant les activitats corresponents.

Confeccionar una llista dels termes científics que s'han utilitzat en el present tema indicant breument el seu significat.

Fer una llista de totes les coses que han après al llarg d'aquest tema, aquest trimestre, etc.

Corregir a la llibreta els exàmens, individuals i/o de grup, realitzats a classe.

Explicar les impressions (i depressions) que tenen sobre la marxa de l'assignatura a aquestes alçades del crèdit (al mes, al trimestre, etc.).

Fer un relat amb els (in)compliments del programa del crèdit acordat (tant en els aspectes organitzatius com de contingut).

Bibliografia

- ALIBERAS, J., 1989, *Didáctica de las Ciencias*. Eumo, Vic.
- ASE (Science Across Europe), 1991a, *La lluvia ácida sobre Europa*. Hatfield: ASE.
- 1991b, *El uso de la energía en el hogar*. Hatfield: ASE.
- 1993c, *Energía renovable*. Hatfield: ASE.
- Calatayud, M. L. et al., 1988, *La construcción de las ciencias fisicoquímicas*. Nau Llibres, València.
- CBA, 1966, *Sistemas Químicos I y II*. Reverte, Barcelona.
- 1973, *Investigación de Sistemas Químicos I y II*. Reverte. Barcelona.
- CHALMERS, A. F., 1982, *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI, Madrid.
- Clarke, J. S., 1991, *Aprende tú solo química*. Pirámide, Madrid.
- DD. AA., 1993, *Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.
- DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA, 1996, Objectius i continguts corresponents als crèdits variables tipificats, en Ordre de 3 de juny de 1996, per la qual es desplega l'organització i avaluació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria. *DOGC*, núm. 2215, de 7 - 6, 1996.
- DRIVER, R., 1988, «Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias», *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 2, pàgs. 109-120.
- El País*, 1996, *Ciencia, tecnología y medio ambiente. Anuario 1996*, Madrid.
- FURIÓ, C. et al., 1995, *Materiales didácticos. Ciencias de la naturaleza. 1er Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria*. MEC, Madrid.
- Gaceta de los Negocios*, 1994, *Anuario de Economía* 1994. Madrid.
- GIL, D. et al., 1991, *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*, Barcelona: ICE-Horsori.
- GIL, D. i MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., 1987, «Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias», *Investigación en la Escuela*, 3, pàgs. 3-12.
- GRUP MARTÍ I FRANQUES, 1986, *¿Eso es química?* Biblioteca de recursos didácticos. Alhambra, Madrid.
- HIERREZUELO, J. i MONTERO, A., 1991, *La ciencia de los alumnos*. Elzevir, Vélez-Málaga.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, 1993, *Guía de la Energía*. Ministerio de Industria, Madrid.

- Investigación y Ciencia*, 1986, *Materiales para el desarrollo económico*. Número monográfico de la revista, desembre 1996.
- IPS, 1974, *Introducción a las ciencias físicas*. Reverte, Barcelona.
- 1979, *Ciencias físicas II*. Reverte, Barcelona.
- LOZANO, M. T., MAYOS, C. i PAREJO, C., 1989, *Materials del nostre entorn: metalls, combustibles i plàstics*. Barcelona: Departament d'Ensenyament. Direcció General d'Ordenació i innovació Educativa.
- MARTÍNEZ TORREGROSA, J. et al., 1991, *Ciencias de la Naturaleza. ESO (Segundo curso). La Búsqueda de la Unidad en la Naturaleza*. Conselleria d'Ensenyament, Generalitat de València. València.
- MARTÍNEZ TORREGROSA, J. et al., 1993, *La Búsqueda de la Unidad en la Naturaleza (Libro del profesor)*. Aguacilar, València.
- MILA, C., 1994, *Impacte ambiental dels metalls pesants*. Generalitat de Catalunya. Institut Català del Consum.
- NUFFIELD, 1985, *Química básica*. Reverte, Barcelona.
- 1985, *Química avanzada*. Reverte, Barcelona.
- PANREAC, 1984, *Seguridad en laboratorios químicos*. Montplert & Esteban, S A, Montcada i Reixach.
- PAREJO, C., 1995, *Plàstics a l'aula*. Domènech, Barcelona.
- Pozo, J. I., 1989, *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata, Madrid.
- RAMÍREZ, J. L., GIL, D. i MARTÍNEZ, J., 1994, *La resolución de problemas de física y de química como investigación*. MEC-CIDE, Madrid.
- REID, D. J. i HODSON, D., 1993, *Ciencia para todos en secundaria*. Narcea, Madrid.
- RUSSELL, J. B., 1986, *Química General*. McGraw-Hill, Madrid.
- SÁIZ, E., 1996, «Nuevos Materiales. Los polímeros actuales i su reciclado». *Alambique, Didáctica de les Ciències Experimentals*, núm. 10, pàgs. 35-46.
- SCOTT, W. A. i CORDON, R., 1995, *Plataforma. Un proyecto educativo sobre los plásticos*. ANAIP (Confederación Española de Empresarios de Plásticos), Madrid.
- STRANDGAARD, E. et al., 1987, *Datos de física y química*. Marfil, Alcoy.
- UNESCO, 1978, *Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. Edhasa, Barcelona.

Crèdits per a l'ESO

1. *Lectura i representació de gràfics*, Rosa Castillo, Sílvia Magrí, Francesc Mayós, Cruz Sánchez
2. *El bosque tenebroso*, Daniel M. Gil
3. *El perquè de les paraules. L'origen llatí del català i del castellà*, J. A. Chueca, J. Linzoáin, A. Muñoz, J. I. Parra, M. T. Quintillà, M. Regada, R. Torrent
4. *Let's Set up a Youth Camp!*, Montse Irun i Neus Caufapé
5. *Estructures comunes 1*, Esperança Solans i Glòria Tomàs
6. *Com anar sol per la vida? Material interdisciplinari per a l'aula de reforç*, Conxita Sabatrés i Montserrat Valeriano
7. *Del joc a l'esport. Una proposta creativa per a la pràctica i l'elaboració de jocs utilitzant materials diversos*, Macià Pelegrí
8. *L'estructura de la matèria*, Benito Navarro, J. Lorenzo Ramírez, M. Carmen Sánchez

ISBN 84-7935-423-2



9 788479 354237