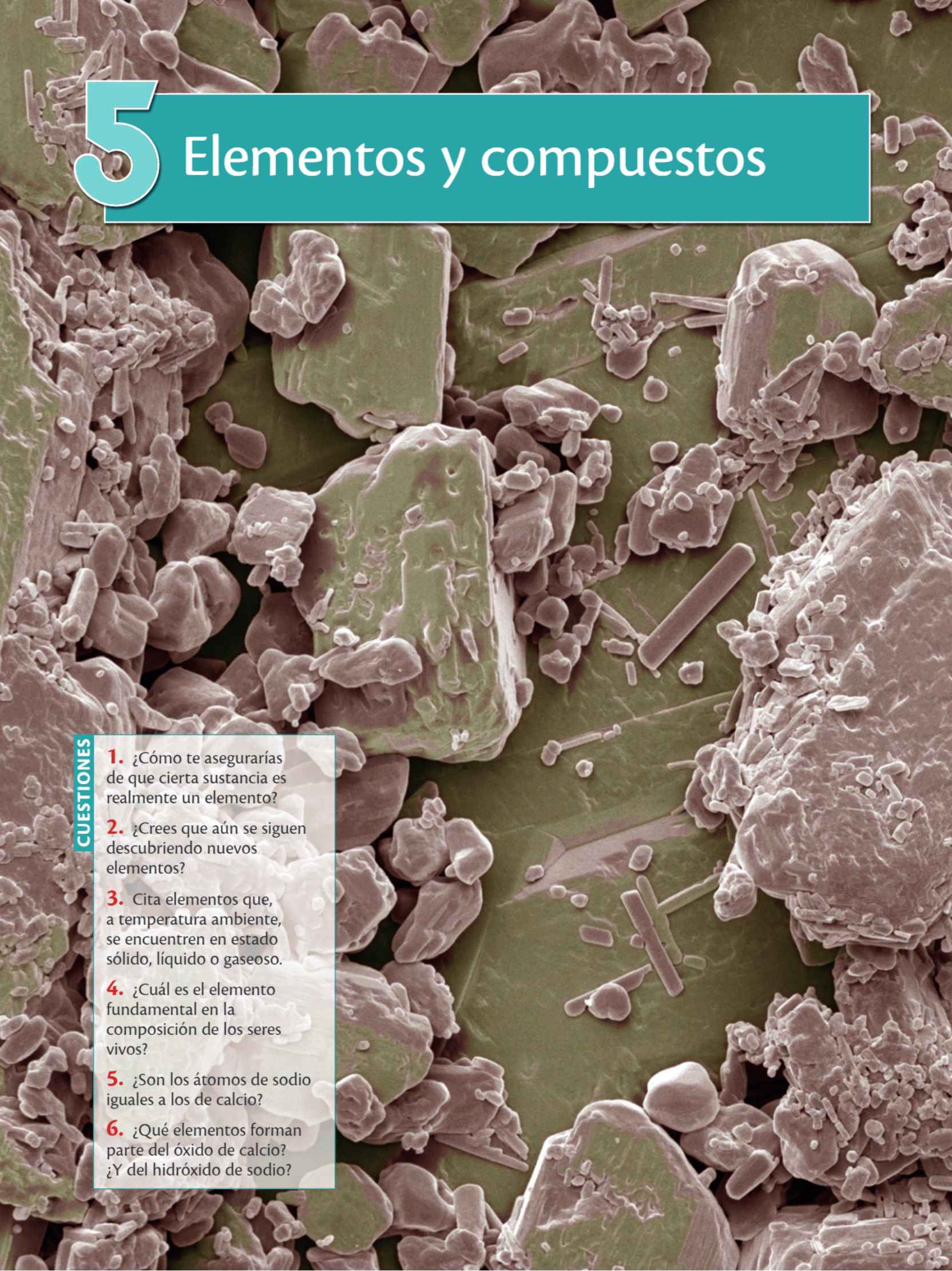


A scanning electron micrograph (SEM) showing a variety of mineral crystals. The crystals have different shapes, including elongated prisms, rounded grains, and fibrous structures. The colors are muted, with shades of green, brown, and grey, giving it a scientific, textured appearance.

5 Elementos y compuestos

CUESTIONES

1. ¿Cómo te asegurarías de que cierta sustancia es realmente un elemento?
2. ¿Crees que aún se siguen descubriendo nuevos elementos?
3. Cita elementos que, a temperatura ambiente, se encuentren en estado sólido, líquido o gaseoso.
4. ¿Cuál es el elemento fundamental en la composición de los seres vivos?
5. ¿Son los átomos de sodio iguales a los de calcio?
6. ¿Qué elementos forman parte del óxido de calcio?
¿Y del hidróxido de sodio?

1 Clasificación de los elementos químicos

Una de las primeras definiciones científicas de **elemento** fue dada por **Robert Boyle** en 1661:

Los elementos son ciertos cuerpos primitivos y simples que no están formados por otros cuerpos, ni unos de otros, y que son los ingredientes de los que se componen y en los que se resuelven en último término todos los cuerpos compuestos.

Este concepto, adoptado también en 1789 por **Antoine L. Lavoisier**, llevó a los científicos a investigar qué sustancias de entonces conocidas eran elementos, lo que provocó el descubrimiento de nuevos elementos. Todo esto hizo necesario elaborar una clasificación de los elementos que facilitará el conocimiento y la descripción sistemática de los mismos.

1.1. Metales y no metales

La primera clasificación de los elementos, atendiendo a su aspecto y propiedades físicas, distinguió entre metales y no metales.

Características de los elementos

Metálicos

- Poseen un brillo característico (lustre metálico).
- Son opacos.
- Son buenos conductores del calor y de la corriente eléctrica.
- Son maleables y dúctiles, es decir, pueden formar láminas delgadas y alambres.
- Con excepción del mercurio, son sólidos a temperatura ambiente, y la mayoría tiene elevados puntos de fusión.



Cobre.

No metálicos

- No poseen brillo metálico.
- Son malos conductores del calor y de la electricidad.
- A temperatura ambiente pueden ser sólidos, líquidos o gases.
- En estado sólido son frágiles, esto es, se rompen con facilidad.
- Por lo general, los sólidos tienen puntos de fusión bajos, y los líquidos, puntos de ebullición también bajos.



Azufre.

Actividades

1 De los siguientes elementos: carbono, azufre, cobre y aluminio, di cuáles son metales y cuáles no metales. ¿Por qué?

2 ¿Cuáles de los siguientes elementos crees que son metálicos y cuáles no metálicos? Justifica tu respuesta:

- El elemento 1 es un sólido de color oscuro que se sublima, es frágil y no conduce la corriente eléctrica.
- El elemento 2 es un sólido muy denso y de color oscuro cuyo punto de fusión es muy elevado.
- El elemento 3 es un líquido brillante y opaco que conduce la corriente eléctrica.
- El elemento 4 es un gas amarillento.

Clasificación periódica de Mendeleiev

En 1869, el químico ruso **Dimitri Mendeleiev** dispuso los elementos siguiendo el orden creciente de sus masas atómicas y encontró que los que tenían propiedades semejantes aparecían de forma periódica en su lista. Enunció, entonces, la siguiente ley periódica:

Las propiedades de los elementos, lo mismo que las propiedades de sus compuestos, son función periódica de las masas atómicas de los elementos.

1.2. La tabla periódica actual

En la actualidad, los elementos se clasifican en una tabla o sistema periódico, **ordenados** según sus **números atómicos**. De este modo, la posición que ocupan los elementos en la tabla depende del número de protones que hay en el núcleo de sus átomos y, en consecuencia, del número de electrones que posee, lo que determina el comportamiento químico de los elementos.

En la tabla periódica actual, los elementos aparecen ordenados de izquierda a derecha y de arriba abajo, en orden creciente de **número atómico**.

Los elementos dentro de la tabla periódica están organizados por:

- **Grupos.** Los elementos que con el mismo número de electrones en la última capa y que, por tanto, presentan propiedades similares se encuentran en un mismo grupo. Hay 18 grupos numerados del 1 al 18 formando **columnas**.
- **Períodos.** Los elementos con el mismo número de capas electrónicas se encuentran en un mismo período. Hay 7 períodos formando **filas**.

Los inconvenientes de la tabla periódica actual son:

- El **hidrógeno** no ocupa un lugar adecuado en la tabla, pues sus propiedades no se parecen a las de ninguno de los elementos de los distintos grupos. Está situado en el grupo 1 por tener solo un electrón.
- Los **elementos** con números atómicos del 58 al 71 y del 90 al 103 no están situados dentro de la tabla.

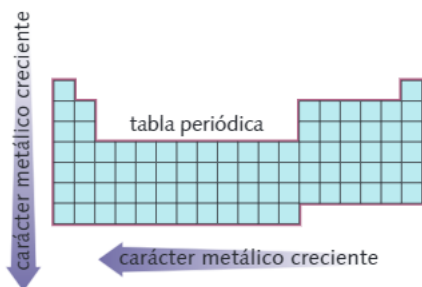
Los metales y los no metales en la tabla periódica

Para saber dónde están situados los elementos metálicos y los no metálicos en la tabla periódica, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- **Dentro de un mismo período**, las propiedades metálicas de los elementos se acentúan a medida que nos desplazamos a la izquierda y disminuyen conforme vamos hacia la derecha.
- **Dentro de un mismo grupo**, las propiedades metálicas de los elementos se acentúan a medida que bajamos en la tabla y disminuyen conforme subimos por ella.

Los símbolos de los elementos

Para simplificar la escritura, los científicos han asignado a cada elemento un símbolo formado por una o dos letras que representan su nombre. Hay letras que coinciden con las iniciales del nombre del elemento. Así, el símbolo del hidrógeno es H; el del carbono, C; el del calcio, Ca... Sin embargo, otros símbolos están basados en la denominación latina del elemento: el sodio es Na, del latín *natrium*; el potasio es K, de *kalium*, y el oro, Au, de *aurum*.



Actividades

3 El nombre de algunos elementos se ha formado a partir del nombre de algún lugar geográfico o científico famoso. Localiza en la tabla periódica los elementos que representan los siguientes símbolos y averigua cuáles tienen relación con el nombre de algún científico y cuáles con el de algún lugar:

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| a) Es | c) Rf | e) Po | g) Fr |
| b) Md | d) Ga | f) Ge | h) Cm |

4 ¿Cuántos elementos hay en el período 1 de la tabla periódica? Escribe sus nombres y sus símbolos respectivos.

5 ¿Cuántos elementos hay en los períodos 2 y 3? Escribe sus nombres y sus símbolos respectivos.

6 ¿Cuántos elementos hay en los períodos 4 y 5? ¿Y en los períodos 6 y 7? Observa que los lantánidos y los actínidos forman parte de los períodos 6 y 7, respectivamente.

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

Elementos representativos

Elementos representativos

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Período	I A																	
1	1 H Hidrógeno	2 He Helio																
2	3 Li Litio	4 Be Berilio																
3	11 Na Sodio	12 Mg Magnesio																
4	19 K Potasio	20 Ca Calcio	21 Sc Escandio	22 Ti Titanio	23 V Vanadio	24 Cr Cromo	25 Mn Manganeso	26 Fe Hierro	27 Co Cobalto	28 Ni Níquel	29 Cu Cobre	30 Zn Zinc	31 Ga Galio	32 Ge Germanio	33 As Arsénico	34 Se Selenio	35 Br Bromo	36 Kr Cripton
5	37 Rb Rubidio	38 Sr Estroncio	39 Y Itrio	40 Zr Circonio	41 Nb Niobio	42 Mo Molibdeno	43 Tc Tecnecio	44 Ru Rutenio	45 Rh Rodio	46 Pd Paladio	47 Ag Plata	48 Cd Cadmio	49 In Indio	50 Sn Estaño	51 Sb Antimonio	52 Te Telurio	53 I Yodo	54 Xe Xenón
6	55 Cs Cesio	56 Ba Bario	57 La Lantano	72 Hf Hafnio	73 Ta Tantalio	74 W Wolframio	75 Re Renio	76 Os Osmio	77 Ir Iridio	78 Pt Platino	79 Au Oro	80 Hg Mercurio	81 Tl Talio	82 Pb Plomo	83 Bi Bismuto	84 Po Polonio	85 At Astatio	86 Rn Radón
7	87 Fr Francio	88 Ra Radio	89 Ac Actinio	104 Rf Rutherfordio	105 Db Dubnio	106 Sg Seaborgio	107 Bh Bohrio	108 Hs Hassio	109 Mt Meitnerio	110 Ds Darmstadtio	111 Rg Roentgenio	112 Uub Unubio	113 Uut Ununtrio	114 Uuq Ununquadio	115 Uup Ununpentio	116 Uuh Ununhexio	117 Uus Ununseptio	118 Uuo Ununoctio

* Elementos obtenidos artificialmente.
() Los números entre paréntesis representan la masa atómica del isótopo más estable del elemento.

Número atómico

Masa atómica

Símbolo

Nombre

Metales

No metales

Semimetales

Lantánidos	58 Ce Cerio	59 Pr Praseodimio	60 Nd Neodimio	61 Pm Prometio	62 Sm Samario	63 Eu Europio	64 Gd Gadolinio	65 Tb Terbio	66 Dy Disprosio	67 Ho Holmio	68 Er Erbio	69 Tm Tulio	70 Yb Iterbio	71 Lu Lutecio
Actínidos	90 Th Torio	91 Pa Protactinio	92 U Uranio	93 Np Neptunio	94 Pu Plutonio	95 Am Americio	96 Cm Curio	97 Bk Berkelio	98 Cf Californio	99 Es Einstenio	100 Fm Fermio	101 Md Mendelevio	102 No Nobelio	103 Lr Lawrencio

2 Agrupación de los átomos en la materia

La diversidad de sustancias que forman la materia es el resultado de la combinación de átomos del mismo o de diferentes elementos.

2.1. Agrupación de los átomos en los elementos

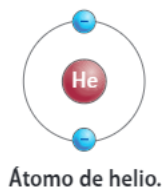
Los distintos elementos pueden aparecer en la naturaleza u obtenerse en el laboratorio como átomos **aislados** o **unidos** formando **moléculas** o **grandes agrupaciones** que constituyen **cristales**.

Como átomos aislados: los gases nobles

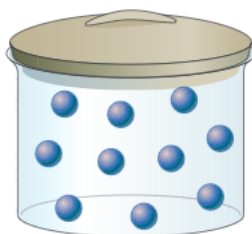
Los elementos del grupo 18, **gases nobles**, se encuentran en la naturaleza en forma de átomos aislados. A temperatura ambiente son sustancias gaseosas.

	1	2	...	13	14	15	16	17	18
1	1 H								2 He
2	3 Li	4 Be		5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	...	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	...	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	...	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	...	...	...	...	...	...	...

Grupo 18 en la tabla periódica.



Átomo de helio.



Átomos aislados.

Reflexiona

Utilizando la tabla periódica y el diagrama del modelo de Bohr (distribución de los electrones en las capas) copia y completa la siguiente tabla en tu cuaderno:

Elemento	Símbolo	Z	N.º de electrones	Configuración electrónica
Helio				
Neón				
Argón				
Criptón				
Xenón				

- a) ¿Cuántos electrones tiene en su última capa los elementos del grupo 18?
- b) ¿Cuál es el número máximo de electrones que en cada caso puede albergar esa última capa?

Una de las características de los elementos del grupo 18 es que todos tienen ocho electrones en su capa más externa, excepto el helio que tiene solo dos. Esta estructura es la más estable posible.

Los elementos del grupo 18 se encuentran en la naturaleza en forma de **átomos aislados**. A temperatura ambiente son sustancias gaseosas.

Por otra parte, el hecho de que los átomos de estos elementos tengan una estructura electrónica **tan estable** hace que no suelen combinarse ni consigo mismos ni con los átomos de otros elementos; de ahí que sean denominados gases **nobles** o **inertes**.

El resto de los elementos, para alcanzar esa estabilidad, trata de conseguir tener ocho electrones en su última capa (o dos como en el caso del hidrógeno), lo que da lugar a las **moléculas** o **cristales** presentes en la naturaleza.

Actividades

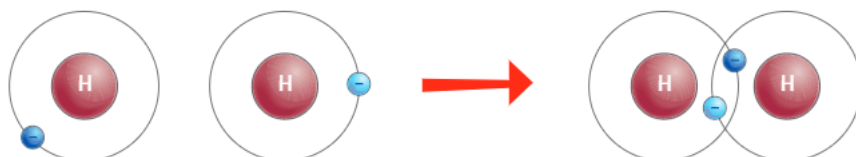
- 7 Dibuja el núcleo y las capas electrónicas del neón y el argón.
- 8 Observa la ilustración del margen. ¿Por qué crees que se ha dibujado un gas noble en forma de partículas aisladas? Dibuja un recipiente que contenga una mezcla de gas helio y gas neón.
- 9 Justifica si los enunciados son verdaderos o falsos:
- a) El xenón pertenece al período 6 de la tabla periódica.
- b) Todos los elementos del grupo 18 son sustancias gaseosas que se combinan fácilmente con otros elementos.
- c) Todos los gases nobles tienen en su capa más externa ocho electrones.

Formando moléculas: otros elementos no metálicos

Fue **Avogadro** quien, en 1811, sugirió que las últimas partículas de los gases elementales no son átomos sino agregados de átomos a los que dio el nombre de **moléculas**.

El átomo de helio es especialmente estable porque su última capa se halla completa; sin embargo, el átomo de hidrógeno es mucho menos estable, al tener solo un electrón en su última y única capa.

Esta situación se resuelve si dos átomos de hidrógeno se aproximan lo suficiente entre sí y unen sus capas electrónicas, **compartiendo sus electrones**.



Formación de la molécula de hidrógeno.

Reflexiona

Utilizando la tabla periódica y el diagrama del modelo de Bohr, copia y completa la siguiente tabla en tu cuaderno:

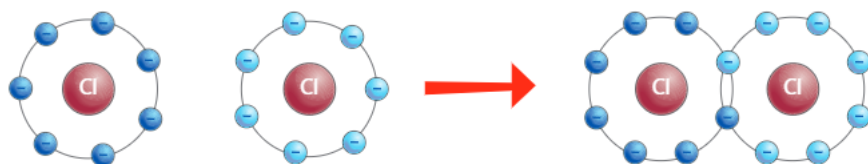
Elemento	Símbolo	Z	N.º de electrones	Configuración electrónica
Flúor				
Cloro				
Bromo				
Yodo				

- a)** ¿Cuántos electrones tiene en su última capa los elementos del grupo 17?
b) ¿Cuántos le faltan para tener la última capa completa?

Como has podido comprobar, una de las características de los elementos del grupo 17 es que todos tienen siete electrones en su capa más externa.

Cuando dos átomos de cloro se aproximan entre sí y unen sus capas electrónicas, comparten entre ambos un par de electrones. De esta manera, cada átomo se puede considerar rodeado de ocho electrones y conseguir así la estructura electrónica de un gas noble.

Los átomos de cloro permanecen unidos en forma de molécula, Cl_2 .



Formación de la molécula de cloro.

En general, las moléculas se mantienen entre sí prácticamente aisladas o unidas por fuerzas débiles. Esto hace que, a temperatura ambiente, la mayoría de los **elementos moleculares** sean gases, como el hidrógeno (H_2), el oxígeno (O_2), el nitrógeno (N_2), el cloro (Cl_2) o el flúor (F_2), y, con menos frecuencia, líquidos, como el bromo (Br_2).

Observa que todos estos elementos no son metálicos.

Las moléculas formadas por dos átomos reciben el nombre de **moléculas diatómicas**.

	1	2	...	13	14	15	16	17	18
1	1 H								2 He
2	3 Li	4 Be		5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	...	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	...	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	...	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	...	—	—	—	—	—	—

Elementos que se presentan como moléculas diatómicas.



El cloro es un elemento gaseoso.

Actividades

10 Nombra cinco elementos que se encuentren en la naturaleza en forma de moléculas. Localiza la posición de estos elementos en la tabla periódica.

11 Dibuja un recipiente que contenga:

- a)** Moléculas de oxígeno.
b) Una mezcla de los elementos gaseosos nitrógeno y helio.

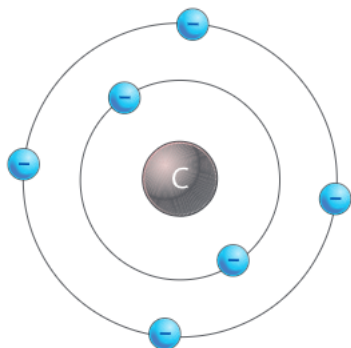
Formando cristales: elementos no metálicos

Los **cristales** son sólidos cuyas partículas se ordenan conforme a un patrón que se repite en las tres direcciones del espacio.

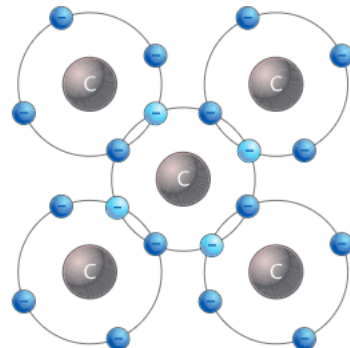
	1	2	...	13	14	15	16	17	18
1	1 H								2 He
2	3 Li	4 Be		5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	...	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	...	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	...	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	...	...	...	...	...	...	...

Elemento carbono en la tabla periódica.

Un ejemplo de formación de cristal lo proporciona el **carbono**. Un átomo de carbono ($Z = 6$) tiene cuatro electrones en su última capa. Así pues, para tener la estructura de gas noble (ocho electrones en su última capa), le faltan otros cuatro, que puede conseguir compartiendo cada uno de esos electrones con otros cuatro átomos de carbono.



Estructura electrónica del átomo de carbono: 2 4.



Dependiendo de cómo estén dispuestos los átomos de carbono en la red nos podemos encontrar con el diamante o el grafito.

Diamante

El **diamante** es una de las formas en las que se presenta el elemento carbono. En el diamante, los átomos de carbono se sitúan en una red tridimensional extraordinariamente resistente en todas las direcciones.

De hecho, el diamante es uno de los materiales sólidos más duros que se conocen y se mantiene en ese estado a temperaturas muy altas.

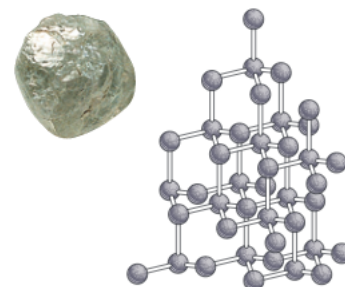
Como no existen electrones libres, el diamante no conduce la corriente eléctrica.

Grafito

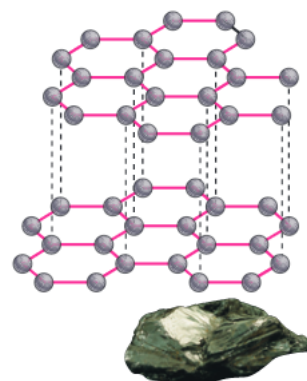
El **grafito** es otra de las formas en que se presenta el carbono en la naturaleza. Se trata de una sustancia negra brillante, blanda y untuosa al tacto, que se presenta en escamas o láminas levemente adheridas entre sí y que resbalan unas sobre otras.

El grafito conduce la corriente eléctrica, por lo que se utiliza en la fabricación de electrodos.

Observa que en el grafito cada átomo de carbono está unido a otros tres átomos de carbono en su mismo plano y a un cuarto átomo de carbono en el plano adyacente.



Estructura del diamante.



Estructura del grafito.

Actividades

12 ¿En qué formas podemos encontrar el carbono en la naturaleza? Localiza el carbono en la tabla periódica. ¿Se trata de un elemento metálico o no metálico?

13 Copia en tu cuaderno las estructuras del diamante y del grafito.

a) ¿Cuántos átomos de carbono están unidos a cada carbono en el diamante y en el grafito?

b) ¿Qué diferencias hay entre ambas estructuras?

c) ¿Crees que esas diferencias estructurales se reflejan en las propiedades de las dos sustancias?

Formando cristales: elementos metálicos

Todos los metales son sólidos cristalinos, con excepción del mercurio, que es líquido.

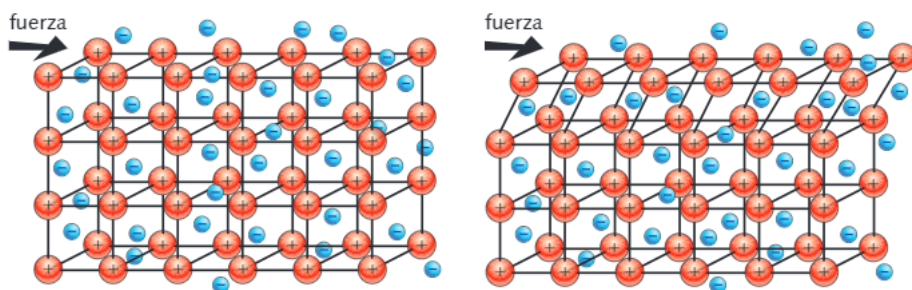
La mayor parte de los **elementos metálicos** poseen átomos que contienen solo 1, 2 o 3 electrones en su capa más externa y que están débilmente unidos al núcleo atómico, por lo que se pueden perder con facilidad.

Supón que tenemos un conjunto de átomos de un elemento metálico que están separados y que se van aproximando hasta situarse lo más cerca posible unos de otros.

Cuando esto ocurre, las capas electrónicas exteriores de los átomos se solapan por completo, y cualquier electrón procedente inicialmente de una capa electrónica concreta no se encuentra ahora asociado a ningún átomo en particular, sino que es compartido por todos los átomos del conjunto. Se ha formado un **cristal metálico**.

En un cristal metálico, las partículas que forman la red son cationes, es decir, átomos a los que les faltan uno o más electrones.

Como los átomos de un metal están unidos de un modo muy compacto, los metales son bastante duros; sin embargo, es posible estirarlos hasta formar alambres, ya que es posible mover toda una capa de átomos sobre otra.

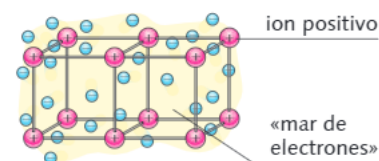


Los metales son **dúctiles y maleables**. Los sólidos metálicos pueden variar su forma, dado que los átomos que lo componen pueden desplazarse unos sobre otros sin que rompan su estructura.

El hecho de que los electrones se puedan mover con facilidad a través de las redes de los metales explica que estos sean buenos conductores de la electricidad.



El cobre es el metal que se utiliza habitualmente en los cables eléctricos.



Estructura de los metales. La red metálica está formada por átomos fijos cargados positivamente y sumergidos en un mar de electrones que están deslocalizados y, por tanto, no pertenecen a ningún átomo en concreto.

Propiedades de los metales	Justificación de acuerdo con su estructura
1. La mayoría son muy duros. 2. Son dúctiles y maleables. 3. Conducen la corriente eléctrica.	1. Los átomos están unidos de un modo muy compacto. 2. Es posible mover una capa de átomos sobre otra. 3. Los electrones se pueden mover con facilidad a través de la red.

Actividades

14 Nombra cinco elementos que se encuentren en la naturaleza en forma de cristales metálicos. Localiza la posición de estos elementos en la tabla periódica.

15 ¿Se modifica la estructura de un metal cuando lo golpeamos para hacer láminas o hilos? ¿Qué nombre reciben estas dos propiedades características de los metales?

16 Observa el dibujo de la estructura de un metal del margen y responde a las cuestiones:

- a) ¿Crees que cada electrón pertenece a un átomo determinado?
- b) ¿Qué sucede realmente con los electrones en un metal? ¿Tiene eso alguna consecuencia en las propiedades eléctricas del metal?

2.2. Agrupación de los átomos en los compuestos

Los átomos de elementos diferentes se unen entre sí para formar compuestos. Estas agrupaciones de átomos pueden ser en forma de **moléculas** o de **cristales**.

Formando moléculas

Cuando los átomos de distintos **elementos no metálicos** se unen entre sí para formar un compuesto, lo hacen, generalmente en forma de moléculas. Por ejemplo, el agua (H_2O), el cloruro de hidrógeno (HCl), el amoníaco (NH_3), el metano (CH_4), el dióxido de carbono (CO_2), etc., son **compuestos moleculares**. Estos compuestos se caracterizan por:

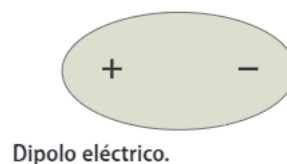
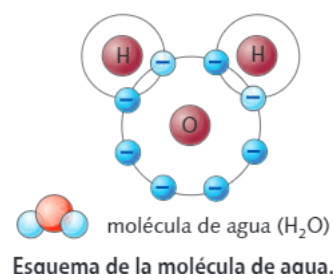
- Tener bajos puntos de fusión y ebullición.
- No conducir la electricidad.

La molécula del agua

La molécula de agua, H_2O , está formada por la unión de un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno.

El átomo de oxígeno tiene 6 electrones en su capa más externa y los átomos de hidrógeno poseen cada uno 1 electrón. Observa en el esquema de formación de la molécula de agua cómo los dos átomos de hidrógeno comparten su electrón con el átomo de oxígeno.

Cuando el agua se encuentra en estado líquido o sólido, sus moléculas no están separadas y aisladas, sino que están unidas entre sí por fuerzas electrostáticas. Esto es debido a que en la molécula de agua existen dos zonas con cargas opuestas, es decir, la molécula de agua es un **dipolo eléctrico**.

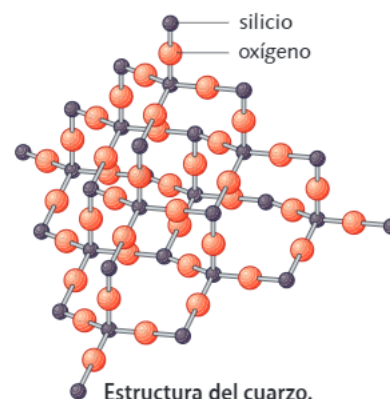


Formando cristales

Un pequeño número de compuestos formados por elementos no metálicos tienen una estructura formada por una red tridimensional infinita. Es el caso del cuarzo (dióxido de silicio, SiO_2), donde cada átomo de silicio está unido a cuatro átomos de oxígeno y cada átomo de oxígeno, a su vez, a dos átomos de silicio.



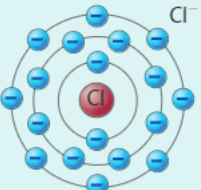
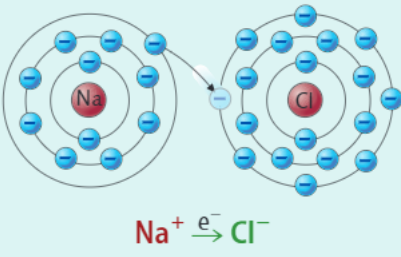
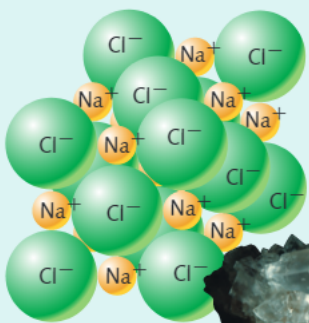
Cuarzo.



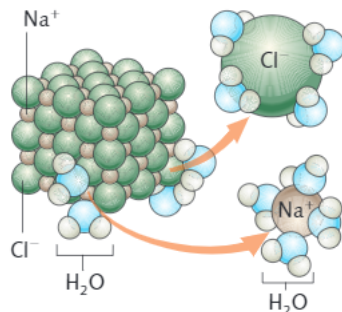
Los sólidos así constituidos son muy duros, no se disuelven en agua, no conducen la corriente eléctrica y tienen puntos de fusión y ebullición muy elevados.

Formando cristales iónicos

Cuando los metales se unen a los no metales, lo hacen mediante la formación de iones. Los iones de distinto signo se atraen y cada uno de ellos es rodeado por iones, también de distinto signo. De este modo, los iones no se agrupan formando moléculas, sino agregados de iones (**cristales iónicos**). Veamos cómo mediante la estructura electrónica de los iones se explica la formación de un cristal iónico como el del cloruro de sodio, NaCl.

Formación del ion sodio	Formación del ion cloro	Unión de iones	Formación del cristal
El átomo de sodio tiene un único electrón en su capa más externa; si lo pierde, se convierte en un ion sodio. El ion sodio tiene 11 protones, pero solo 10 electrones, por lo que posee una carga +1 y se representa con el símbolo Na^+. Un ion con carga positiva es un catión. 	El átomo de cloro tiene 7 electrones en su capa más externa; si gana un electrón se convierte en un ion cloro. El ion cloro tiene 17 protones y 18 electrones, por lo que posee una carga -1 y se representa con el símbolo Cl^-. Un ion con carga negativa es un anión. 	Cuando un átomo de sodio se encuentra con un átomo de cloro, le cede un electrón. Ambos adquieren cargas eléctricas opuestas y se atraen mediante fuerzas de atracción electrostática.  $\text{Na}^+ \text{e}^- \text{Cl}^-$	La atracción electrostática no se limita a un solo par de iones, sino que cada ion se rodea del máximo posible de iones de carga opuesta, formando un cristal iónico.  

Vamos a comprobar si esta estructura cristalina justifica las propiedades de los compuestos formados por cristales iónicos.

Propiedades de los cristales iónicos	Justificación de acuerdo con su estructura
1. Poseen altos puntos de fusión y ebullición.	1. La fuerza de atracción entre los iones de la red es muy intensa, por lo que siguen ocupando sus posiciones a temperaturas muy altas.
2. No conducen la electricidad en estado sólido.	2. Los iones están fijos en la red y no existen cargas libres.
3. Conducen la electricidad cuando están fundidos.	3. Cuando están fundidos, los iones quedan libres y pueden transportar la corriente eléctrica.
4. Se disuelven muy bien en agua.	4. Las moléculas de agua bombardean el cristal y consiguen separar los iones; entonces, los rodean de modo que no pueden volver a atraerse. 
5. Las disoluciones acuosas conducen la electricidad.	5. Como los iones han quedado libres, pueden transportar la corriente eléctrica. 

3 Masa molecular relativa

Información obtenida de una fórmula química

Compuesto formado por moléculas

Una molécula de amoníaco, NH_3 , contiene:

- 1 átomo de nitrógeno.
- 3 átomos de hidrógeno.

Su masa molecular relativa es:

$$1 \cdot 14 + 3 \cdot 1 = 17$$

Su composición centesimal es:

$$\% \text{ de N} = \frac{14}{17} \cdot 100 = 82,35 \%$$

$$\% \text{ de H} = \frac{3}{17} \cdot 100 = 17,65 \%$$

Compuesto formado por cristales

En un cristal de cloruro de calcio, CaCl_2 , por cada átomo de calcio en forma de ion Ca^{2+} existen dos iones de cloro, Cl^- .

Su masa molecular relativa es:

$$1 \cdot 40 + 2 \cdot 35,5 = 111$$

Su composición centesimal es:

$$\% \text{ de Ca} = \frac{40}{111} \cdot 100 = 36 \%$$

$$\% \text{ de Cl} = \frac{71}{111} \cdot 100 = 64 \%$$

Comprueba que la suma de los porcentajes es 100.

La masa molecular relativa (o simplemente masa molecular) de un elemento o de un compuesto es igual a la suma de las masas atómicas relativas de los átomos que aparecen en su fórmula.

Así, por ejemplo, para la molécula del cloro, Cl_2 , su masa molecular relativa es dos veces la masa atómica relativa del átomo de cloro:

$$\text{masa atómica relativa del Cl} = 35,5$$

$$\text{masa molecular relativa del Cl}_2 = 2 \cdot 35,5 = 71$$

Esto quiere decir que una molécula de cloro tiene una masa 71 veces mayor que la doceava parte de la masa del átomo de carbono-12.

Vamos a calcular ahora la masa molecular relativa de un compuesto que no esté formado por moléculas, sino por iones. Este es el caso del cloruro de sodio, NaCl . En primer lugar, consultamos en la tabla periódica los valores de las masas atómicas relativas del sodio y del cloro, que son, respectivamente, 23 y 35,5. La masa molecular relativa del cloruro de sodio es:

$$1 \text{ átomo de sodio} = 23; 1 \text{ átomo de cloro} = 35,5$$

$$\text{masa molecular relativa del NaCl} = 58,5$$

3.1. Composición centesimal

Lo que caracteriza a un compuesto químico, ya esté formado por iones o por moléculas, es la proporción fija que existe entre los átomos de los elementos que lo componen.

Por ello, una vez conocida la fórmula de un compuesto químico, es posible calcular fácilmente su composición centesimal, es decir, el porcentaje de masa correspondiente a cada uno de los elementos que lo forman. Por ejemplo, la composición centesimal del cloruro de sodio es:

$$\% \text{ de sodio} = \frac{23}{58,5} \cdot 100 = 39,3 \%; \% \text{ de cloro} = \frac{35,5}{58,5} \cdot 100 = 60,7 \%$$

1 EJEMPLO Calcula la composición centesimal del agua, H_2O .

Primero se halla su masa molecular relativa, para lo cual hay que consultar en la tabla periódica las masas atómicas relativas, que son $\text{H} = 1$ y $\text{O} = 16$. Así:

$$2 \text{ átomos de H} = 2; 1 \text{ átomo de O} = 16 \Rightarrow \text{masa molecular relativa} = 18$$

A continuación, se halla el porcentaje de hidrógeno y de oxígeno en la molécula:

$$\% \text{ de H} = \frac{2}{18} \cdot 100 = 11,1 \%; \% \text{ de O} = \frac{16}{18} \cdot 100 = 88,9 \%$$

La composición centesimal del agua es 11,1 % de hidrógeno y 88,9 % de oxígeno.

Actividades

17 Busca las masas atómicas en la tabla periódica y calcula la composición centesimal del trióxido de azufre, SO_3 ; óxido de calcio, CaO ; ácido sulfúrico, H_2SO_4 , e hidróxido de sodio, NaOH .

Solución: SO_3 : % S = 40 %, % O = 60 %;

CaO : % Ca = 71,4 %, % O = 28,6 %;

H_2SO_4 : % H = 2 %, % S = 32,7 %, % O = 65,3 %;

NaOH : % Na = 57,5 %, % O = 40 %, % H = 2,5 %

18 ¿Pueden dos compuestos diferentes formados por los mismos elementos tener la misma composición centesimal? Justifica tu respuesta.

19 ¿Cuál es la composición centesimal de un elemento químico independientemente de que esté formado por átomos, moléculas o cristales?

4 Cantidad de sustancia: el mol

El número de átomos y moléculas que intervienen en cualquier proceso físico o químico es tan enorme que los científicos estimaron conveniente introducir una nueva magnitud y su correspondiente unidad para poder expresar cantidades muy grandes mediante números sencillos.

La cantidad de sustancia, n , es una magnitud cuya unidad en el SI es el mol.

Para entender lo que es un mol, piensa en la docena (una docena de huevos, una docena de latas de refresco...), todas estas cantidades tienen algo en común, son doce. La docena es una unidad de cantidad que designa a un conjunto de doce identidades.

Algo similar ocurre con el mol. Cuando se habla de 1 mol de átomos de oxígeno o de 1 mol de moléculas de agua, también se está empleando una unidad de cantidad común, si bien no tan sencilla como la docena, ya que un mol equivale a $6,022 \cdot 10^{23}$ partículas idénticas.

Reflexiona

Compara las siguientes cantidades de sustancias:

1 mol de átomos de carbono contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos de carbono.	0,1 mol de átomos de carbono contiene $6,022 \cdot 10^{22}$ átomos de carbono.	10 mol de átomos de carbono contiene $6,022 \cdot 10^{24}$ átomos de carbono.
1 mol de moléculas de azúcar contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas de azúcar.	0,1 mol de moléculas de azúcar contiene $6,022 \cdot 10^{22}$ moléculas de azúcar.	10 mol de moléculas de azúcar contiene $6,022 \cdot 10^{24}$ moléculas de azúcar.

a) ¿Cuántos átomos hay en 1 mol de átomos? ¿Y en 10 mol?

b) ¿Cuántas moléculas hay en 1 mol de moléculas? ¿Y en 0,1 mol?

- El mol designa un conjunto de $6,022 \cdot 10^{23}$ partículas idénticas. Estas pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o agrupamientos específicos de ellas.
- Este número tan enorme recibe el nombre de número o constante de Avogadro, N_A , en honor al científico italiano Amedeo Avogadro.

EJEMPLO

a) ¿Cuántas moléculas hay en 0,5 mol de moléculas de oxígeno (O_2)?

$$6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléc./mol} \cdot 0,5 \text{ mol de moléc.} = 3,011 \cdot 10^{23} \text{ moléc. de } O_2$$

b) ¿Qué cantidad de sustancia, en mol, hay en $6,022 \cdot 10^{20}$ átomos de oro?

$$\frac{6,022 \cdot 10^{20} \text{ átomos de oro}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos/mol}} = 0,001 \text{ mol de átomos de oro}$$

Te interesa saber

$$1 \text{ mol de átomos} \rightarrow \\ \rightarrow 6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos}$$

$$1 \text{ mol de moléculas} \rightarrow \\ \rightarrow 6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$$

Es decir:

n mol de moléculas, átomos... de cualquier sustancia, multiplicado por $6,022 \cdot 10^{23}$, es igual al número de moléculas, átomos... de dicha sustancia.

$$n \text{ mol de partículas} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = \\ = n.^{\circ} \text{ de partículas}$$

Y al contrario:

Un número de moléculas, átomos... de cualquier sustancia, dividido entre $6,022 \cdot 10^{23}$, es igual al número de mol de moléculas, átomos... de dicha sustancia.

$$\frac{n.^{\circ} \text{ de partículas}}{6,022 \cdot 10^{23}} = n \text{ mol de} \\ \text{partículas}$$

Actividades

20 Escribe la constante de Avogadro sin notación científica.

21 Copia en tu cuaderno y completa las frases siguientes:

a) En un mol de átomos hay _____ átomos.

b) En un mol de moléculas hay _____ moléculas.

c) En 2 mol de electrones hay _____ electrones.

d) En 0,5 mol de moléculas hay _____ moléculas.

e) $6,022 \cdot 10^{24}$ moléculas son _____ mol de moléculas.

f) $6,022 \cdot 10^{21}$ átomos son _____ mol de átomos.

5 Masa molar



1 mol de carbono tiene una masa de 12 g.

Como te puedes imaginar, no resulta fácil contar los átomos, moléculas..., de una sustancia dada para determinar qué cantidad hay de la misma. A fin de hacer más sencilla esta labor, vamos a definir el concepto de **masa molar**, que es la equivalencia entre masa y cantidad de sustancia.

La masa molar (M) es la masa de un mol de átomos, moléculas, iones, partículas, etc. Se expresa en kg/mol o en g/mol.

Cuando la masa molar se expresa en g/mol, su **valor numérico** coincide con la masa atómica relativa. La masa molar de cualquier sustancia se calcula a partir de la masa atómica relativa, si los componentes de la sustancia son átomos, o de la masa molecular relativa, si se trata de moléculas o compuestos cristalinos.

La relación existente entre cantidad de sustancia, masa y masa molar es:

$$\text{cantidad de sustancia} = \frac{\text{masa en gramos}}{\text{masa molar}}; n \text{ (mol)} = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}$$

A partir de esta expresión es posible obtener la masa, en gramos, de cualquier sustancia, conociendo su masa molar y la cantidad de sustancia:

$$\text{masa (g)} = \text{cantidad de sustancia (mol)} \times \text{masa molar (g/mol)}$$

Actividades

22 Copia en tu cuaderno y completa las frases siguientes:

- Si la masa atómica relativa de un elemento metálico es 40, su masa molar es _____ g/mol.
- Si la masa molecular relativa de un compuesto es 98, su masa molar es _____ g/mol.
- Si la masa molar de cierto compuesto molecular es 17 g/mol, en 1 mol de esa sustancia hay _____ moléculas.
- Si la masa molar de cierto elemento gaseoso que se encuentra en forma de átomos aislados es de 4 g/mol, en 2 mol de ese elemento hay _____ átomos.
- Si la masa molar de cierto elemento metálico es 27 g/mol, en 13,5 g de ese elemento hay _____ mol.
- Si la masa molar de cierto compuesto iónico es 58,5 g/mol, en 117 g de ese compuesto hay _____ mol.

Sodio	Está formado por átomos de sodio, Na. 1 mol de átomos de Na tiene una masa de 23 g. - La masa molar del Na es 23 g/mol. - En 23 g de Na hay $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos de Na.
Yodo	Está formado por moléculas diatómicas, I₂. 1 mol de moléculas de I₂ tiene una masa de $127 \cdot 2 = 254$ g. - La masa molar del I₂ es 254 g/mol. - En 254 g de I₂ hay $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas de I₂ y $6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2 = 1,204 \cdot 10^{24}$ átomos de I.
Dióxido de carbono	Está formado por moléculas de CO₂. 1 mol de moléculas de CO₂ tiene una masa de $12 + 16 \cdot 2 = 44$ g. - La masa molar del CO₂ es 44 g/mol. - En 44 g de CO₂ hay $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas de CO₂, es decir, $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos de C y $6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2 = 1,204 \cdot 10^{24}$ átomos de O.

3 EJEMPLO Calcula la cantidad de metano, CH₄, en mol, que hay en 48 g de esta sustancia. ¿Cuántas moléculas hay? ¿Cuántos átomos de carbono y de hidrógeno hay en dicha cantidad de sustancia?

Primero se calcula la masa molar del CH₄: $12 + 1 \cdot 4 = 16$ g/mol. En 1 mol de moléculas de CH₄ hay 16 g de dicha sustancia. A continuación, se halla la cantidad de sustancia, en mol, que existe en 48 g:

$$n = \frac{48 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 3 \text{ mol}$$

Si en 1 mol de moléculas de CH₄ hay $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas, en 3 mol habrá:

$$\frac{16 \text{ g (1 mol de moléculas)}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}} = \frac{48 \text{ g (3 mol)}}{x \text{ moléculas}}$$

$$x = 18,066 \cdot 10^{23} \text{ moléculas de CH}_4$$

Si en 1 molécula de CH₄ hay 1 átomo de C y 4 de H, en $18,022 \cdot 10^{23}$ moléculas habrá $18,022 \cdot 10^{23}$ átomos de C y $18,022 \cdot 10^{23} \cdot 4 = 72,264 \cdot 10^{23}$ átomos de H.

6 Volumen molar

Para indicar el volumen de un gas, hay que indicar a qué presión y a qué temperatura ha sido medido dicho volumen. Por esto, los científicos han establecido unas condiciones fijas de presión y temperatura para comparar los volúmenes de los gases.

Convencionalmente se ha establecido que las condiciones normales de temperatura y presión son 273 K (0°C) y 1 atm, respectivamente.

- **Avogadro** determinó que cuando los volúmenes de dos gases distintos se miden en las mismas condiciones de temperatura y presión, un mol de uno de los gases ocupa el mismo volumen que un mol del otro.
- El **volumen molar** es el volumen que ocupa un mol de un gas medido a 273 K y 1 atm.

Se ha calculado que el volumen molar de todos los gases a 273 K y a 1 atm es de 22,4 L.

En 22,4 L de cualquier gas, medido a 273 K y 1 atm, hay $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos o moléculas.

Veamos los siguientes ejemplos:

- 1 mol de átomos de helio, He, en condiciones normales de presión y temperatura $\rightarrow$ ocupa 22,4 L $\rightarrow$ contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos de helio.
- 1 mol de moléculas de hidrógeno, H₂, en condiciones normales de presión y temperatura $\rightarrow$ ocupa 22,4 L $\rightarrow$ contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas de hidrógeno.
- 1 mol de moléculas de amoníaco, NH₃, en condiciones normales de p y T $\rightarrow$ ocupa 22,4 L $\rightarrow$ contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas de amoníaco.

EJEMPLO

- 4 a)** Averigua la cantidad de sustancia, en mol, que hay en 9 L de un gas medido a 273 K y 1 atm.

$$\frac{9 \text{ L}}{22,4 \text{ L/mol}} = 0,4 \text{ mol}$$

- b)** Calcula el número de moléculas contenido en 9 L de gas.

$$0,4 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas/mol} = 2,408 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$$

Actividades

23 Justifica si estos enunciados son verdaderos o falsos:

- a)** Volúmenes iguales de nitrógeno (N₂) y de helio (He), medidos los dos en las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas.
- b)** El volumen de 1 mol de cualquier gas es siempre 22,4 L.
- c)** $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas de cualquier gas ocupan siempre 22,4 L.

24 Calcula la cantidad de sustancia, en mol, que hay en los siguientes volúmenes de gases, medidos a 273 K y 1 atm:

- a)** 2,24 L **b)** 224 L **c)** 11,2 L **d)** 1,12 L

Solución: **a)** 0,1 mol **b)** 10 mol **c)** 0,5 mol **d)** 0,05 mol

25 Calcula el número de moléculas que hay en los volúmenes de gases de la actividad anterior.

Solución: **a)** $6,022 \cdot 10^{22}$ moléculas

b) $6,022 \cdot 10^{24}$ moléculas

c) $3,011 \cdot 10^{23}$ moléculas

d) $3,011 \cdot 10^{22}$ moléculas

26 Copia en tu cuaderno y completa esta frase:

«1 mol de cloro reacciona con 1 mol de hidrógeno para dar 2 mol de cloruro de hidrógeno, medidos a 273 K y 1 atm, significa que _____ L de cloro reaccionan con _____ L de hidrógeno para dar _____ L de cloruro de hidrógeno».

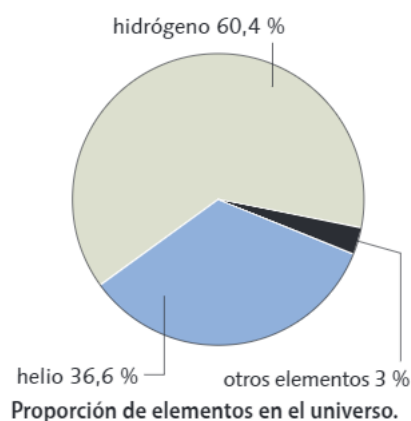
Recuerda

■ x mol de un gas a 273 K y 1 atm, multiplicado por 22,4 L/mol, es igual al número de litros de ese gas.

■ x litros de un gas a 273 K y 1 atm, dividido entre 22,4 L/mol, es igual al número de mol de ese gas.

7 La abundancia de los elementos

De los 117 elementos que se conocen actualmente, 29 han sido producidos artificialmente en las últimas décadas y no se encuentran en la naturaleza. De los 88 elementos naturales restantes, más de 70 son tan escasos que reciben el nombre de **elementos traza**.



7.1. Los elementos en el universo

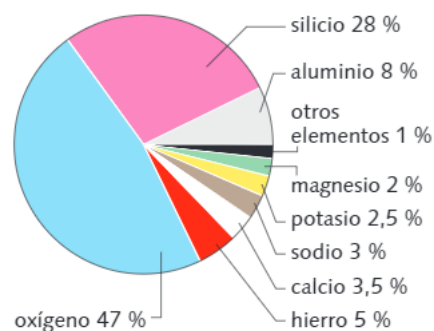
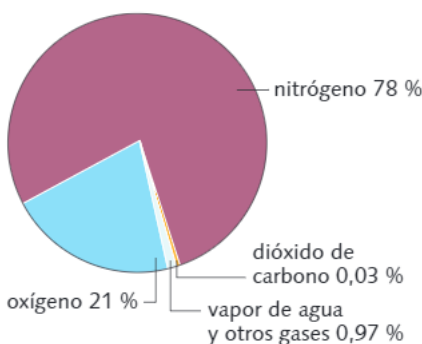
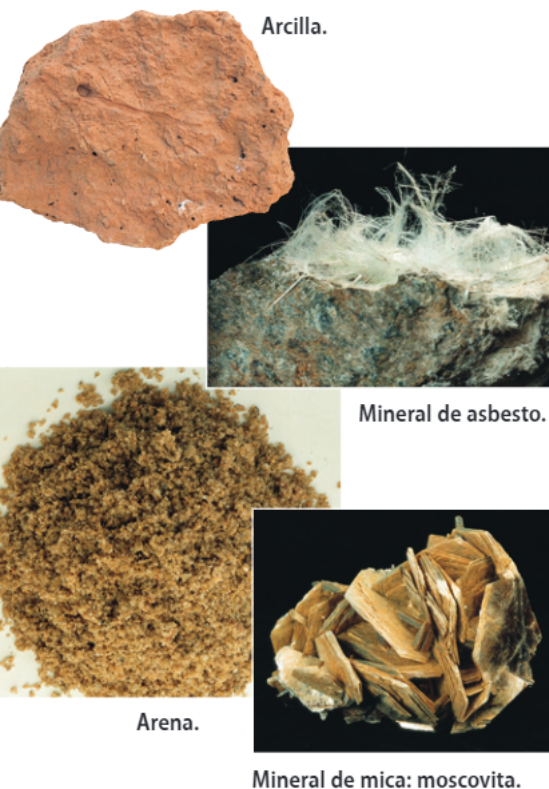
Al analizar la materia que compone el universo, se descubren dos hechos:

- Los elementos que constituyen los diversos cuerpos celestes son prácticamente iguales en todo el universo.
- La abundancia de los elementos químicos, e incluso de sus isótopos, es similar en todos los cuerpos del universo.

En el diagrama puedes ver que el elemento más abundante en el universo es el hidrógeno, con un 60,4 % en masa, seguido del helio, con un 36,6 % en masa. Los otros elementos constituyen el 3 % restante (oxígeno, neón, carbono...).

7.2. Los elementos en la Tierra

Al analizar la materia que constituye la Tierra se han encontrado en estado libre el oxígeno, el nitrógeno, el carbono, el oro, la plata y el platino. El resto de los elementos se halla combinado con otros elementos.



En la **atmósfera** los elementos más abundantes son el nitrógeno, el oxígeno (libre, O_2 , y combinado con el hidrógeno formando vapor de agua, H_2O), el hidrógeno (casi en su totalidad combinado con el oxígeno en el vapor de agua), el carbono (combinado con el oxígeno formando dióxido de carbono, CO_2) y el argón.

Si te fijas en el gráfico de abundancia de los elementos, podrás comprobar que el silicio ocupa el segundo lugar en la **corteza terrestre**, tras el oxígeno. El silicio forma parte de la arena, la arcilla, el asbesto y la mica. Por ejemplo, el 47 % de la arena del desierto está formada por silicio.

En la **hidrosfera**, el segundo elemento más abundante es el hidrógeno que está combinado con el oxígeno en el agua.

Actividades

27 Ordena de mayor a menor abundancia los elementos que forman parte de la corteza terrestre.

28 Investiga de qué elementos están formados los minerales que aparecen en las fotografías.

29 Escribe el símbolo de los elementos existentes en el universo y en la Tierra (corteza terrestre, atmósfera e hidrosfera) en una tabla periódica, utiliza tramas o colores que permitan distinguirlos según su origen.

7.3. Los elementos que componen los seres vivos

Del centenar de elementos conocidos, menos de 30 forman parte de la materia viva. Los elementos que entran en la constitución de los seres vivos reciben el nombre de **bioelementos**.

TABLA PERIÓDICA DE LOS BIOELEMENTOS																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I																	VIII
1	H																
2		II															
3	Na	Mg															
4	K	Ca			V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn				Br	
5					Mo											I	
6																	
7																	

- Bioelementos primarios.** Elementos muy abundantes en la materia viva.
- Bioelementos secundarios indispensables.** Elementos presentes en la materia viva en pequeñas cantidades.
- Bioelementos secundarios variables.** Elementos presentes en la materia viva, pero que pueden faltar en algunos organismos.
- Elementos inexistentes en la materia viva.

Nuestro organismo está compuesto, fundamentalmente, por átomos de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno y, en menor proporción, de fósforo y azufre. Todos ellos son denominados **bioelementos primarios** y aportan el 96,2 % del total.

En la tabla del margen puedes observar las proporciones en que se presentan los distintos bioelementos en algunos seres vivos.

Los más abundantes son:

- El **oxígeno**, que se encuentra libre en la naturaleza, es elaborado por las plantas mediante la fotosíntesis.
- El **carbono** es unas doscientas veces más abundante en la biosfera¹ que en la litosfera² y es el elemento básico para la formación de las moléculas de los seres vivos, por lo que es captado directamente de la atmósfera en forma de CO₂ por las plantas y a través de los alimentos, por los animales.
- El **hidrógeno** se encuentra combinado con el oxígeno en el agua y con el carbono y otros elementos en las diferentes moléculas que constituyen la materia viva.

PROPORCIÓN DE BIOELEMENTOS EN LOS SERES HUMANOS Y EN LAS PLANTAS

Bioelemento	Seres humanos	Plantas
O	62,81	77,90
C	19,37	11,34
H	9,31	8,72
N	5,14	0,83
S	0,64	0,10
P	0,63	0,71
Ca	1,38	0,58
K	0,22	0,22
Cl	0,18	0,07
Mg	0,05	0,08

Entre otros elementos, en el ser humano hay, además, trazas de Fe, Cu, Mn, I y F, y en los vegetales, trazas de Na, Si, B, Mn, Zn y Fe.

Actividades

30 ¿Son las proporciones de los distintos bioelementos iguales para todos los seres vivos?

31 ¿Cuáles son los dos elementos más abundantes en los seres vivos?

32 ¿Qué seis elementos constituyen, aproximadamente, el 99 % de toda la materia viva?

¹**biosfera:** capa de la Tierra que alberga la vida.

²**litosfera:** capa rígida externa de la Tierra, que comprende la corteza y unos 50 km o 100 km del manto superior.

7.4. Los elementos en el ser humano

En términos generales, los elementos «minerales» desempeñan tres funciones en nuestro organismo:

- Sirven como «materiales de construcción».
- Son componentes de los líquidos del organismo.
- Regulan el metabolismo.

Elemento	Función	Alimentos	Consumo diario
Hierro	Es un componente de la molécula de hemoglobina y como tal participa en la captación de oxígeno en los pulmones y en su transporte hasta las células.	Este elemento está presente en alimentos como las carnes, las legumbres, el pan y la yema de huevo.	Cuando el consumo diario de hierro se sitúa por debajo de 10 mg, aparece la anemia, que va acompañada de palidez, apatía y cansancio.
Calcio	Como componente insustituible de los huesos, el calcio constituye el 2 % del peso total del cuerpo humano. Además, interviene en la conducción nerviosa, la contracción muscular, la coagulación de la sangre y la secreción y regulación de hormonas.	Las principales fuentes de calcio son la leche y sus derivados, así como las verduras, los garbanzos, las alubias, el pescado y los cítricos.	El consumo diario de calcio debe ser de unos 1 000 mg. La deficiencia de este elemento se manifiesta a través de una serie de trastornos neurológicos, como demencia y depresión.
Fósforo	El 85 % del fósforo se encuentra unido al calcio en los huesos, y el resto se utiliza en la regulación del equilibrio en las membranas celulares y en la fabricación de los ácidos nucleicos, que son los integrantes básicos del material hereditario.	El fósforo abunda en el pescado, la carne, los productos lácteos, las legumbres y los frutos secos.	La carencia de este elemento solo se manifiesta en personas que llevan una alimentación deficiente o que padecen insuficiencia renal.
Magnesio	La mayor parte del magnesio que consume a diario el ser humano va a parar al tejido óseo, donde se une al calcio y al fósforo. Además de colaborar en la formación y conservación de los huesos y los dientes, el magnesio controla la transmisión de los impulsos nerviosos y la contracción de los músculos.	Los alimentos ricos en este elemento son las nueces, las verduras verdes, la leche y el pan integral.	La deficiencia de magnesio da lugar a múltiples alteraciones metabólicas y nutricionales que causan anorexia, náuseas, vómitos, debilidad y alteraciones de la personalidad.
Cinc	El 90 % de este elemento se concentra en los tejidos óseo y muscular. El resto se localiza en la piel, el hígado, el páncreas, la próstata, la retina y la sangre.	El aporte diario de cinc se puede obtener de la carne magra, el pescado, el marisco, los cereales y el pan integral, las legumbres y los huevos.	El ser humano precisa de un aporte diario de 10-15 mg de cinc. La deficiencia de este elemento afecta inmediatamente al crecimiento y a la reproducción celular, así como a las defensas contra las infecciones y la salud de la piel; puede producir también alteraciones del gusto.
Sodio y potasio	Son los principales componentes inorgánicos de los líquidos corporales. El cuerpo de una persona adulta contiene unos 245 g de potasio y 105 g de sodio.	Ambos elementos están ampliamente distribuidos en los alimentos.	Se recomienda ingerir únicamente unos 5 g de sal al día. El potasio se localiza principalmente en el agua del interior de las células, y el sodio, en la del exterior. Esta distribución resulta fundamental para mantener las propiedades fisiológicas de los tejidos.

Actividades

33 Localiza los elementos del cuadro en la tabla periódica. ¿Son metales o no metales? ¿En qué alimentos se encuentran presentes?

34 ¿Qué tipo de alimentos debemos incluir en nuestra dieta diaria para satisfacer las necesidades mínimas de hierro, calcio, fósforo, magnesio, cinc, sodio y potasio?

35 ¿Qué elemento es uno de los componentes principales de la molécula de hemoglobina? ¿Qué ocurre si el organismo es deficitario en este elemento? ¿En qué alimentos se encuentra principalmente este elemento?

36 ¿Qué elementos son los principales componentes inorgánicos de los líquidos corporales?

8 Los medicamentos

Los medicamentos o fármacos son productos químicos que se utilizan en el tratamiento o la prevención de las enfermedades.

La mayor parte de los productos que en principio eran extraídos de los animales y las plantas (los analgésicos, los sedantes, los psicofármacos, etc.), son en la actualidad medicamentos que se sintetizan en los laboratorios farmacéuticos.

Fármacos de origen natural

Animal

Algunas hormonas, como la ACTH y la insulina, son fármacos de origen animal.

Vegetal

A principios del siglo XIX, muchos de los medicamentos se extraían de las plantas, como la aspirina, la digitalis, el opio (látex seco de la adormidera), el cornezuelo de centeno, la atropina (belladona), la quinina (corteza de la quina) o la reserpina.



Belladona.



Opio.

Mineral

Pertenecen a este grupo de fármacos el yodo, el ácido bórico, el clorato de potasio, el bicarbonato de sodio y el sulfato de cobre, entre otros.



Fármacos de origen sintético

Ácido acetilsalicílico

Fue uno de los primeros fármacos sintéticos de importancia, comercializado en 1897 por los Laboratorios Bayer y que se distribuye por todo el mundo con el nombre de aspirina. Tiene efectos analgésicos, antiinflamatorios y antirreumáticos.



Salvarsán

Fue el primer medicamento que curó una enfermedad infecciosa de gran mortalidad: la sífilis. Sintetizado por el biólogo y médico alemán Paul Ehrlich en 1910.

Sulfamidas

Son unos medicamentos muy eficaces contra la infección por estreptococos, descubierto en 1935 por el médico alemán Gerhard Domagk, de los Laboratorios Bayer.

Antibióticos

En 1940 empezaron a comercializarse los antibióticos, sustancias activas contra infecciones muy diversas y que derivan de la penicilina, descubierta en 1928 por Alexander Fleming.



Automedicación

La **automedicación**, es decir, el consumo de medicamentos por propia iniciativa sin consultar al médico, puede ocasionar serios perjuicios a la salud. Prácticamente todos los medicamentos tienen efectos secundarios.

Los analgésicos y los antibióticos son dos de los grupos de medicamentos más usados en la automedicación. Tanto unos como otros presentan posibles riesgos individuales y colectivos, en especial los antibióticos, por la resistencia bacteriana que ocasionan.

Los antibióticos deben utilizarse convenientemente y bajo supervisión médica a fin de mantener un correcto equilibrio entre una buena práctica clínica y la necesidad de frenar el incremento de la resistencia bacteriana.

Actividades

37 Un medicamento genérico es aquel que se comercializa bajo la denominación de su principio activo. ¿Cuál es el principio activo de la aspirina?

38 Investiga cuál es el riesgo del consumo incontrolado de algunos medicamentos, como los antibióticos.

Clasificación de los elementos

- La primera clasificación de los elementos fue la que distinguió entre metales y no metales y se basaba en el aspecto que presentan los elementos y en sus propiedades físicas.
- En la **tabla periódica actual**, los elementos se ordenan de izquierda a derecha y de arriba abajo, en orden creciente de número atómico. Se estructura en 18 grupos y 7 períodos.
- Los elementos con el mismo número de electrones en su última capa presentan las mismas propiedades químicas y están situados en un mismo grupo.
- Los elementos que tienen el mismo número de capas electrónicas se sitúan en un mismo período.
- Las **propiedades metálicas** de los elementos aumentan dentro de un mismo período a medida que nos desplazamos a la izquierda y disminuyen conforme lo hacemos hacia la derecha. Dentro de un mismo grupo aumentan a medida que bajamos en él y disminuyen conforme subimos.

Agrupaciones de los átomos en la materia

- Los elementos del grupo 18, los **gases nobles**, se encuentran en la naturaleza en forma de **átomos aislados**. A temperatura ambiente son gases y todos tienen ocho electrones en su capa más externa, excepto el helio que tiene dos.
- El resto de los elementos trata de conseguir tener ocho electrones en su última capa (o dos como en el caso del hidrógeno), lo que da lugar a las **moléculas** o **cris-tales**.
- Los elementos como el hidrógeno (H_2), el oxígeno (O_2), el nitrógeno (N_2), el flúor (F_2), el cloro (Cl_2), el bromo (Br_2) y el yodo (I_2) se presentan como **moléculas diatómicas**. Se trata de elementos gaseosos (excepto el bromo y el yodo) que no conducen la corriente eléctrica.
- El **carbono** se presenta en dos formas: **diamante** y **grafito**.
- Todos los **metales**, excepto el mercurio, son **sólidos cristalinos**. La mayoría son muy duros, conducen la corriente eléctrica y son dúctiles y maleables.
- Cuando los metales se unen a los no metales lo hacen mediante la formación de iones de distinto signo que se atraen y se agrupan formando **cris-tales iónicos**. Estas sustancias poseen altos puntos de fusión y ebullición, se disuelven muy bien en agua y no conducen la corriente eléctrica en estado sólido, aunque sí lo hacen fundidos o disueltos en agua.

Masa molecular y cantidad de sustancia

- La **masa molecular relativa** de un elemento o un compuesto es igual a la suma de las masas atómicas relativas de los átomos que aparecen en su fórmula.
- El conocimiento de la fórmula de un compuesto permite calcular la **composición centesimal** de los elementos que lo forman. Si el compuesto es A_xB_y , su composición centesimal es:

$$\% \text{ de A} = \frac{n.^\circ \text{ de masa atómica relativa } A_x}{\text{masa molecular relativa } A_xB_y} \cdot 100$$

$$\% \text{ de B} = \frac{n.^\circ \text{ de masa atómica relativa } B_y}{\text{masa molecular relativa } A_xB_y} \cdot 100$$

- La **cantidad de sustancia**, n , es una magnitud cuya unidad en el SI es el **mol**.
- El **mol** designa un conjunto de $6,022 \cdot 10^{23}$ **partículas idénticas**. Estas pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o agrupamientos específicos de ellas. Este número recibe el nombre de **constante de Avogadro**.

$$n \text{ mol de partículas} = \frac{n.^\circ \text{ de partículas}}{6,022 \cdot 10^{23}}$$

Masa molar y volumen molar

- La **masa molar** (M) es la masa de un mol de átomos, moléculas, iones, partículas... Se expresa en g/mol o kg/mol.
- La relación entre cantidad de sustancia, masa y masa molar es:

$$n \text{ (mol)} = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ (g/mol)}}$$

- Cuando los volúmenes de dos gases diferentes se miden en las mismas condiciones de temperatura y presión, un mol de uno de ellos ocupa el mismo volumen que un mol del otro gas.
- El **volumen molar** es el volumen que ocupa un mol de un gas medido a 273 K y 1 atm.
- El volumen molar de todos los gases en esas condiciones es de 22,4 L.
- En 22,4 L de cualquier gas, medido a 273 K y 1 atm, hay $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos o moléculas.

Abundancia de los elementos

- El elemento más abundante del **universo** es el hidrógeno, seguido por el helio.
- El oxígeno, el nitrógeno, el oro, el carbono, la plata y el platino se encuentran en la **Tierra** en estado libre; el resto están combinados con otros elementos formando compuestos.
- Los elementos más abundantes en la **atmósfera** son el nitrógeno, el oxígeno, el hidrógeno, el carbono y el argón.
- Los elementos más abundantes en la **corteza terrestre** son el oxígeno y el silicio.
- El elemento más abundante en la **hidrosfera** es el hidrógeno, que se encuentra combinado con el oxígeno formando el agua.
- Los elementos que constituyen los **seres vivos** se denominan **bioelementos**. El carbono, el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno y, en menor proporción, el fósforo y el azufre constituyen los bioelementos primordiales.
- Los **elementos minerales** desempeñan tres funciones en el ser humano: sirven como «materiales de construcción», son componentes de los líquidos del organismo y regulan el metabolismo.

■ **Elabora un mapa conceptual o esquema con los principales conceptos de la unidad.**

Masa molecular relativa. Composición centesimal

1. Determina la masa molecular relativa de las siguientes sustancias:

a) NH_3

b) H_2SO_4

Datos: masas atómicas: N = 14; H = 1; S = 32; O = 16

Interpretación del enunciado

1. Identificamos las sustancias con sus fórmulas y las masas atómicas de los átomos de los elementos que aparecen en ellas:

■ NH_3 : masa atómica del N = 14; masa atómica del H = 1.

■ H_2SO_4 : masa atómica del H = 1; masa atómica del S = 32; masa atómica del O = 16.

2. Para determinar la masa molecular de las sustancias sumamos las masas atómicas de todos los átomos de los elementos que aparecen en la fórmula:

■ Masa molecular de NH_3 = masa atómica del N + 3 · masa atómica del H.

■ Masa molecular del H_2SO_4 = 2 · masa atómica del H + masa atómica del S + 4 · masa atómica del O.

Resolución del problema

a) Masa molecular de NH_3 = 14 + 3 · 1 = 17

b) Masa molecular del H_2SO_4 = 2 · 1 + 32 + 4 · 16 = 98

2. Calcula la composición centesimal del sulfato de cobre, CuSO_4 .

Interpretación del enunciado

Hay que calcular el porcentaje en masa de cada uno de los elementos que forman parte del compuesto CuSO_4 . Para ello:

1. Calculamos la masa molecular relativa del sulfato de cobre. La masa molecular es la suma de las masas atómicas de los elementos que forman el sulfato de cobre.

2. Determinamos el porcentaje en masa:

$$\% \text{ del elemento} = \frac{\text{masa atómica del elemento}}{\text{masa molecular del compuesto}} \cdot 100$$

Resolución del problema

Masa molecular del CuSO_4 = 63,5 + 32 + 4 · 16 = 159,5

$$\% \text{ de cobre} = \frac{63,5}{159,5} \cdot 100 = 39,81 \%$$

$$\% \text{ de azufre} = \frac{32}{159,5} \cdot 100 = 20,06 \%$$

$$\% \text{ de oxígeno} = \frac{64}{159,5} \cdot 100 = 40,13 \%$$

Análisis de los resultados

Comprobamos que la suma de los porcentajes es 100:

$$39,81 + 20,06 + 40,13 = 100$$

Cantidad de sustancia: el mol

3. Calcula la cantidad de sustancia, en mol, que hay en $6,022 \cdot 10^{21}$ átomos de plata.

Interpretación del enunciado

Para saber la cantidad de sustancia utilizamos la constante de Avogadro: 1 mol de cualquier sustancia contiene $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos. Aplicamos la relación que hay entre la cantidad de sustancia en mol y el número de partículas:

$$n.^\circ \text{ de partículas} = \text{cantidad de sustancia} \times 6,022 \cdot 10^{23}$$

Resolución del problema

Despejamos la cantidad de sustancia de la expresión anterior y sustituimos los datos del problema:

$$\text{cantidad de sustancia de Ag} = \frac{6,022 \cdot 10^{21} \text{ átomos}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos/mol}}$$

$$\text{cantidad de sustancia de Ag} = 0,01 \text{ mol}$$

Masa molar y volumen molar

4. Calcula la masa molar del bromo, Br_2 , y del yoduro de potasio, KI.

Interpretación del enunciado

Debemos calcular la masa molar de un elemento, el bromo, y de un compuesto, el yoduro de potasio. Como la masa molar es la masa molecular expresada en g/mol, tendremos que hallar la masa molecular de cada una de las sustancias.

Resolución del problema

■ Masa molecular del Br_2 = 80 · 2 = 160

La masa molar del bromo es 160 g/mol.

■ Masa molecular del KI = 39 + 127 = 166

La masa molar del KI es 166 g/mol.

5. En condiciones normales, 1 cm^3 de un gas contiene $4,46 \cdot 10^{-5}$ mol. Calcula el número de moléculas que hay en una botella de litro llena de aire en esas condiciones.

Interpretación del enunciado

Si se conoce la cantidad de sustancia que contiene 1 cm^3 de cualquier gas, es posible calcular el número de moléculas que hay en ese volumen y, posteriormente, averiguar el número de moléculas que hay en 1 L.

Resolución del problema

De acuerdo con la ley de Avogadro, en un 1 mol de cualquier gas, en condiciones normales de presión y temperatura, hay $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas. Primero calculamos el número de moléculas que hay en $4,46 \cdot 10^{-5}$ mol:

$$n.^\circ \text{ de moléculas} = 4,46 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ moléculas/mol} = 2,68 \cdot 10^{19} \text{ moléculas}$$

Son las moléculas contenidas en un volumen de 1 cm^3 . Como el enunciado pide el número de moléculas en 1 L (1 dm^3), habrá un número mil veces mayor:

$$n.^\circ \text{ de moléculas} = 2,68 \cdot 10^{22} \text{ moléculas}$$

Las definiciones de elemento

- 1 Define sustancia simple y elemento.
- 2 ¿Cuál es la definición de elemento propuesta por Dalton?
- 3 ¿Qué tipo de procedimientos permiten descomponer un compuesto en los elementos que lo constituyen?

Clasificaciones de los elementos químicos

- 4 ¿Qué elemento presenta más carácter metálico, el litio o el cesio? ¿Cuál tiene más carácter no metálico, el flúor o el bromo? ¿Y entre el sodio o el silicio?
- 5 Describe tres características de los elementos metálicos y tres de los elementos no metálicos.
- 6 Indica cuáles de los siguientes elementos son metales y cuáles no metales: oro, plata, fósforo, arsénico, plomo y estaño.
- 7 Los antiguos griegos consideraban el agua uno de los cuatro elementos; ahora bien, de acuerdo con la definición de elemento dada por Dalton y por Boyle, ¿qué sería el agua: un elemento o un compuesto?
- 8 **D** En 1817, J. W. Döbereiner observó las propiedades de los elementos calcio, estroncio y bario, que hay en la tabla:

Elemento	Reacción con el agua	Solubilidad	p.f. (°C)
Calcio	Muy activo	Ligeramente soluble	851
Estroncio	Actividad media	Poco soluble	800
Bario	Poco activo	Insoluble	710

- a) ¿Cómo son las propiedades físicas y químicas del estroncio respecto de las del calcio y el bario?
- b) ¿Crees que existe una cierta regularidad en las propiedades de estos elementos?
- 9 ¿Qué tienen en común los elementos de la tabla periódica que están colocados en la misma columna? ¿Y los que están en la misma fila?
- 10 ¿Cómo están ordenados los elementos en la tabla periódica actual?
- 11 Define grupo y período dentro de la tabla periódica.
 - a) ¿Qué tienen en común los elementos de un mismo grupo?
 - b) ¿Y los de un mismo período?
- 12 ¿Cómo varían las propiedades metálicas de los elementos dentro de un mismo período? ¿Y dentro de un mismo grupo?
- 13 Busca el elemento número 15 en la tabla periódica. ¿Cuál es su nombre? ¿A qué grupo y período pertenece? ¿Qué elementos son de su mismo grupo y de su mismo período?

- 14 Copia en tu cuaderno y completa las siguientes frases:
 - a) La posición que ocupan los elementos en la tabla periódica depende del número de _____ que hay en el núcleo de sus átomos, es decir, de su número _____.
 - b) Los elementos que se encuentran situados en un mismo grupo tienen el _____ en la última capa y presentan propiedades _____.
 - c) Los elementos que tienen el mismo número de _____ se encuentran en un mismo período.
- 15 Responde verdadero o falso y justifica tu respuesta.
 - a) El cloro tiene más carácter metálico que el sodio.
 - b) El yodo tiene más carácter metálico que el flúor.
- 16 Asocia el nombre de los elementos con sus símbolos:

1. Berilio	3. Boro	5. Bromo	7. Flúor	9. Fósforo
2. Hierro	4. Sodio	6. Potasio	8. Cloro	10. Azufre

 - a) F
 - c) K
 - e) Fe
 - g) P
 - i) Cl
 - b) B
 - d) S
 - f) Be
 - h) Na
 - j) Br
- 17 Escribe el símbolo de los siguientes elementos:

a) Magnesio	d) Argón	g) Cobre
b) Carbono	e) Litio	h) Cinc
c) Aluminio	f) Silicio	i) Helio
- 18 Escribe el nombre de los siguientes elementos:

a) O	c) Ni	e) Ne	g) Ag	i) Hg
b) N	d) H	f) Mn	h) Au	j) I
- 19 ¿Qué elemento está en el mismo período que el potasio y en el mismo grupo que el nitrógeno?
- 20 ¿Qué elemento del tercer período es menos metálico que el silicio pero más metálico que el nitrógeno?
- 21 **D** Explica por qué el berilio, el magnesio y el calcio están en el grupo 2 de la tabla periódica.

Agrupaciones de los átomos en la materia

- 22 ¿Qué elementos tienen la capa exterior completa? ¿En qué estado se encuentran a temperatura ambiente?
- 23 ¿Qué elementos se encuentran en la naturaleza en forma de átomos aislados? Sitúalos en la tabla periódica.
- 24 ¿Qué elemento gaseoso situado en el segundo período se encuentra en la naturaleza en forma de átomos aislados? Cita otros dos elementos de su mismo grupo.
- 25 Cuáles de estas propiedades corresponden a un cristal metálico y cuáles a un cristal iónico:
 - a) Posee elevados puntos de fusión y ebullición.
 - b) Es soluble en agua.
 - c) Conduce la corriente eléctrica en estado sólido.
 - d) Conduce la corriente eléctrica disuelto en agua.

26 La fórmula de cierto compuesto es KOH. ¿Qué elementos forman este compuesto?

27 **D** Dibuja y explica los siguientes procesos:

- a) Formación del ion flúor y del ion sodio.
- b) La unión de un ion sodio y un ion flúor.
- c) La formación de un cristal de NaF.

28 Explica el significado de los términos dúctil y maleable.

29 **D** Responde verdadero o falso y justifica tu respuesta:

- a) El cloruro de sodio está formado por una molécula que tiene un átomo de cloro y un átomo de sodio.
- b) Es muy difícil separar las partículas (iones) en los cristales iónicos, por lo que estas sustancias tienen elevados puntos de fusión y ebullición.
- c) Los cristales iónicos conducen bien la corriente en estado sólido porque tienen cargas positivas y negativas.
- d) Los cristales iónicos son compuestos formados por la unión de un elemento metálico con otro no metálico.

30 Tenemos cuatro sustancias sólidas con estas propiedades:

Sustancia A	Sustancia B
- Altos puntos de fusión y ebullición. - Conduce la corriente eléctrica en estado sólido. - No se disuelve en agua. - Es un elemento.	- Altos puntos de fusión y ebullición. - No conduce la corriente eléctrica en estado sólido. - Se disuelve en agua. - Es un compuesto.
Sustancia C	Sustancia D
- Altos puntos de fusión y ebullición. - No conduce la corriente eléctrica en estado sólido. - No se disuelve en agua. - Es un elemento.	- Altos puntos de fusión y ebullición. - No conduce la corriente eléctrica en estado sólido. - No se disuelve en agua. - Es un compuesto.

Indica cuál de estas sustancias es un cristal no metálico, un cristal metálico, un compuesto cristalino y cuál es un cristal iónico.

31 **D** Justifica por qué el ion potasio tiene una carga de +1.

Masa molecular relativa y cantidad de sustancia

32 Calcula la masa molecular del óxido de cinc, ZnO; el nitrato de potasio, KNO₃, y el sulfato de calcio, CaSO₄.

Solución: 81,4 de ZnO, 101 del KNO₃ y 136 de CaSO₄

33 La masa molecular del butano C₄H₁₀ es:

- a) 48
- b) 58
- c) 68

34 **D** Consulta las masas atómicas en la tabla periódica de la página 103 y ordena de mayor a menor porcentaje de oxígeno los siguientes compuestos: BaO, K₂O y CO₂.

35 Calcula la composición centesimal de:

- a) Metano, CH₄.
- b) Propano, C₃H₈.
- c) Sulfato de calcio, CaSO₄.

Solución: a) % de C = 75 %; % de H = 25 %

b) % de C = 81,8 %; % de H = 18,2 %

c) % de Ca = 29,41 %; % de S = 23,53 %, % de O = 47,06 %

36 **D** Ordena los siguientes óxidos de mayor a menor porcentaje de oxígeno: MgO, CO y FeO.

37 **D** ¿Cuál de estas dos sustancias tienen mayor porcentaje de potasio: el cloruro de potasio, KCl, o el nitrato de potasio, KNO₃?

38 Copia en tu cuaderno y completa la siguiente frase: «Un mol de átomos de plata contiene _____ átomos de plata, y un mol de moléculas de oxígeno contiene _____ moléculas de oxígeno».

39 ¿Dónde hay más moléculas: en 1 mol de hidrógeno, H₂, o en 1 mol de agua, H₂O?

40 Indica si el siguiente enunciado es verdadero o falso y justifica tu respuesta: «en 1 mol de átomos de helio hay el mismo número de átomos de helio que moléculas hay en 1 mol de butano C₄H₁₀».

Masa molar y volumen molar

41 ¿Cuál es la masa molar del carbonato de calcio, CaCO₃?

Solución: 100 g/mol

42 Un frasco contiene 100 g de carbonato de calcio; calcula la cantidad de esta sustancia, en mol, que hay en ese recipiente.

Solución: 1 mol

43 ¿Qué cantidad de nitrógeno gaseoso, N₂, en mol, hay en 28 g de esta sustancia? ¿Y cuántas moléculas? ¿Y átomos?

Solución: 1 mol, 6,022 · 10²³ moléculas, 1,204 · 10²⁴ átomos

44 ¿Qué cantidad de sustancia, en mol, hay en 66 g de dióxido de carbono, CO₂?

Solución: 1,5 mol

45 ¿Cuál es la masa de 3 mol de cloruro de hidrógeno, HCl?

Solución: 109,5 g

46 ¿Cuál es la masa molar del carbonato de sodio, Na₂CO₃?

Solución: 106 g/mol

47 ¿Qué cantidad de sulfuro de hidrógeno, H₂S, en mol, hay en 34 g de esta sustancia? ¿Y cuántas moléculas? ¿Cuántos átomos de azufre y de hidrógeno hay en esa cantidad de sustancia?

Solución: 1 mol, 6,022 · 10²³ moléculas, 6,022 · 10²³ átomos de azufre y 1,204 · 10²⁴ átomos de hidrógeno

48 ¿Cuál es la masa de 2 mol de agua, H₂O? Solución: 36 g

49 ¿Cuál es la masa de 1,5 mol de ácido sulfúrico, H₂SO₄?

Solución: 157 g

50 ¿Cuántas moléculas hay en 125 g de cloruro de hidrógeno, HCl?
Solución: $2,06 \cdot 10^{24}$ moléculas

51 ¿Qué cantidad de cobalto, en mol, hay en 177 g de esta sustancia?
Solución: 2,95 mol

52 Calcula la cantidad de sustancia, en mol, que hay en $6,022 \cdot 10^{21}$ átomos de plata.
Solución: 0,01 mol

53 ¿Cuál es la masa de 0,5 mol de sodio, 0,5 mol de cloro y 0,5 mol de cloruro de sodio?
Solución: 11,5 g de Na; 35,5 g de Cl_2 ; 29,25 g de NaCl

54 ¿Qué cantidad de sustancia hay en 36,5 g de HCl; 3,65 g de HCl y 73 g de HCl?
Solución: 1 mol; 0,1 mol y 2 mol

55 **D** ¿Dónde hay más moléculas: en 1 L de cloro, Cl_2 , o en 1 L de cloruro de hidrógeno, HCl, medidas ambas sustancias en las mismas condiciones de presión y temperatura?

56 Justifica si el siguiente enunciado es verdadero o falso: «1 mol de cloro, Cl_2 , ocupa siempre el mismo volumen que 1 mol de dióxido de carbono, CO_2 ».

57 **D** Calcula el volumen ocupado en condiciones normales de presión y temperatura para los siguientes gases:

- a)** 0,3 mol de hidrógeno.
- b)** 2,5 mol de metano.
- c)** $6,022 \cdot 10^{21}$ moléculas de dióxido de carbono.
- d)** $3,011 \cdot 10^{23}$ átomos de neón.

Solución: **a)** 6,72 L **b)** 56 L **c)** 0,224 L **d)** 11,2 L

58 **D** Indica en tu cuaderno cuáles de estas respuestas son verdaderas para el siguiente enunciado «para disponer de 2 mol de gas oxígeno hay que tomar...»

- a)** 20 L de este gas en condiciones normales de presión y temperatura.
- b)** $12,044 \cdot 10^{23}$ moléculas de este gas.
- c)** $2 \cdot 10^{23}$ moléculas de este gas.
- d)** 44,8 L de este gas en condiciones normales de presión y temperatura.

59 **D** ¿Dónde hay mayor número de moléculas?

- a)** En 10 L de H_2 o en 1 L de SO_2 .
- b)** En 10 L de H_2 o 1 mol de H_2 .
- c)** En 1 mol de O_2 o en 1 mol de SO_2

Nota: Todos los gases se encuentran en condiciones normales de presión y temperatura.

60 ¿Qué volumen ocupa $3,011 \cdot 10^{22}$ moléculas de dióxido de azufre, SO_2 , en condiciones normales de presión y temperatura?
Solución: 1,12 L

61 ¿Qué cantidad de sustancia hay en 10 L de O_2 en condiciones de presión y temperatura?

Solución: 0,45 mol

62 Justifica si el siguiente enunciado es verdadero o falso: «en 22,4 L de hidrógeno hay el mismo número de moléculas que en 22,4 L de butano, C_4H_{10} , medidos ambos volúmenes en las mismas condiciones de presión y temperatura.»

63 Copia en tu cuaderno estas dos columnas y relaciona los términos con sus definiciones:

Masa molecular relativa

Cantidad de sustancia

Mol

Masa molar

Volumen molar

Magnitud cuya unidad en el SI es el mol.

Masa de un mol de átomos, moléculas...

22,4 L

Suma de las masas atómicas relativas de los átomos que aparecen en la fórmula.

Conjunto de $6,022 \cdot 10^{23}$ partículas idénticas.

La abundancia de los elementos

64 ¿Cuáles son los elementos más abundantes en la corteza terrestre? ¿Y en la atmósfera? ¿Y en la hidrosfera?

65 ¿Qué elementos son comunes en la corteza terrestre y en la hidrosfera? ¿Qué elementos son comunes en la hidrosfera y en la atmósfera?

66 ¿Qué elementos se encuentran en estado libre en la Tierra? ¿Cuáles son los dos elementos más abundantes en el universo?

67 ¿Qué nombre reciben los elementos naturales que son muy escasos en la Tierra?

68 Nombra cuatro elementos que se encuentren en estado libre en la naturaleza.

69 ¿Qué son los bioelementos? Cita cuatro bioelementos primarios y cuatro secundarios.

Los elementos en el ser humano

70 ¿Cuáles son los elementos más importantes que se encuentran en los huesos?

71 ¿Qué alimentos son ricos en magnesio? ¿Dónde se concentra, principalmente, el magnesio en los seres humanos? ¿Cómo afecta su deficiencia a la salud?

Los medicamentos

72 Cita dos fármacos de origen natural y dos de origen sintético.

- a)** ¿En qué consiste la automedicación?
- b)** ¿Crees que puede ser perjudicial para la salud?

73 ¿Qué tipo de medicamentos utilizaban los seres humanos antes de que existieran los fármacos de origen sintético? Cita el nombre y el origen de algunos de estos medicamentos.

Evaluación

Lee el texto de George Gamow, cuyo protagonista, el señor Tompkins, sueña que es el electrón solitario de la última capa de un átomo de Na y que recibe instrucciones del monje Paulini. A continuación, responde las cuestiones.

¿Por qué deseas con tanto ahínco encontrar compañía? ¿Por qué les atraerá tanto la vida mundana a los electrones? Sin embargo, si insistes en tener compañía, te ayudaré a satisfacer tu deseo. Si miras en la dirección en la que estoy apuntando, verás un átomo de cloro que se está acercando a nosotros, e, inclusive a esta distancia, podrás ver un espacio sin ocupar en el que serás muy bien recibido. El lugar vacío se halla en la capa exterior de los electrones, la cual se supone que está compuesta de ocho electrones, agrupados en cuatro parejas. Pero, como puedes ver, hay cuatro electrones que giran en un sentido, y solo tres que siguen el contrario, entre los cuales se encuentra la vacante. Las capas interiores están completamente llenas y el átomo tendrá sumo placer en recibirte y completar así su capa exterior.

Cuando los dos átomos estén muy cerca el uno del otro, no tienes más que saltar, como suelen hacer los electrones de valencia.

[...] Sintiendo mucho más reconfortado, el señor Tompkins reunió sus fuerzas para dar un salto mortal en la órbita del átomo de cloro que pasaba. Para su sorpresa, pudo dar el salto grácilmente y se encontró en el acogedor ambiente de los miembros de la última capa del cloro. [...]

—¿Por qué no se va ese átomo que acabas de dejar? —le preguntó su compañero frunciendo el ceño—. ¿Esperará que regreses?

Y, en efecto, el átomo de sodio, que había perdido su electrón de valencia, se apretaba contra el de cloro como si esperara que el señor Tompkins cambiara de parecer y saltara de nuevo a su solitaria órbita.

George GAMOW

El señor Tompkins explora el átomo

1 ¿Es el sodio un metal? ¿A qué grupo de la tabla periódica pertenece? ¿A qué período?

2 ¿Es el cloro un metal? ¿A qué grupo de la tabla periódica pertenece? ¿A qué período?

3 ¿Cuántos electrones tiene el átomo de sodio en su capa más externa? ¿Quién se supone que es el señor Tompkins en este texto?

4 ¿Cuántos electrones tiene el átomo de cloro en su capa más externa? ¿Qué espacio, en el átomo de cloro, le señala el monje Paulini al señor Tompkins?

5 ¿Cuántos electrones debe tener la capa más externa del átomo de cloro para estar completa? ¿Cómo están las capas interiores del átomo de cloro?

6 ¿Qué carga adquiere el átomo de sodio si pierde un electrón? ¿Qué carga adquiere el átomo de cloro si gana un electrón?

7 ¿Qué debe hacer el señor Tompkins cuando el átomo de cloro esté muy cerca?

8 ¿Por qué el átomo de sodio que ha perdido su electrón se aprieta contra el cloro que lo ha ganado?

9 En el texto se describe la formación de un compuesto químico. ¿Cuál es? Formúlalo.

10 ¿Cómo se mantienen unidos los átomos de este compuesto? ¿Qué se forma: una molécula o un cristal?

11 Calcula la masa molecular relativa y la composición centesimal de este compuesto.

Solución: 58,5; % Na = 39,3; % Cl = 60,7 %

12 ¿De qué otra manera puede completar el átomo de cloro su última capa, además de captando un electrón? ¿Qué se formará en este caso: una molécula o un cristal?

13 ¿Cómo se mantienen unidos los átomos de cloro en la molécula de cloro?

14 Indica cuáles son los dos elementos más abundantes en:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| a) El universo. | d) La hidrosfera. |
| b) La corteza terrestre. | e) Los seres vivos. |
| c) La atmósfera. | |

15 ¿Cuántas moléculas hay en 71 g de cloro?

Solución: $6,022 \cdot 10^{23}$ moléculas

16 Calcula la masa de:

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| a) 0,1 mol de Na. | c) 0,1 mol de NaCl. |
| b) 0,1 mol de Cl_2 . | |

Solución: a) 2,3 g b) 7,1 g c) 5,85 g

17 Di si las siguientes sustancias están formadas por átomos, moléculas o cristales: cloruro de sodio (NaCl), C (diamante), hidrógeno, helio, cloro, sodio y argón.