

## Materiales escritos: Unidad de programación 4: Cambios químicos. Teoría atómica

- |  |  |
|--|--|
| 1. Cambios físicos y cambios químicos.           | 3. Clasificación de los elementos: sistema periódico |
| 2. Hipótesis atómica de Dalton                   | 4. Sustancias simples y compuestas.                  |
| 5. Las reacciones químicas en la vida cotidiana. | 6. Estructura atómica.                               |

### 1. Cambios físicos y cambios químicos.

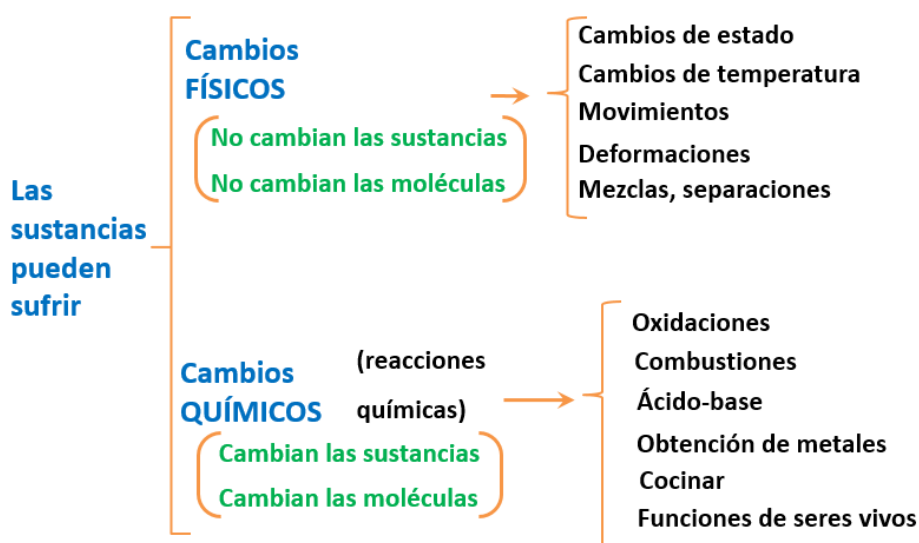
Constantemente observamos cómo en la naturaleza y en nuestra vida cotidiana se producen cambios. Un charco se seca, un cubito de hielo se derrite, un trozo de hierro se oxida con el tiempo, los alimentos cambian al ser cocinados, las plantas y los animales crecen, unas sustancias se mezclan con otras; podemos incluso separar mezclas de sustancias.

Hay cambios en los que las sustancias siguen siendo las mismas, sólo cambia su aspecto, o su estado de agregación. Los cambios de estado (sólido, líquido, gas), las mezclas de sustancias, o la separación de mezclas, son de este tipo. También los cambios de temperatura, movimientos, deformaciones... Como la sustancia sigue siendo la misma, también las moléculas son las mismas, sólo cambia la unión entre ellas. A este tipo de cambios se les llama **cambios físicos**.

En otros cambios, sin embargo, no sólo cambia el aspecto. Las sustancias que tenemos después del cambio son otras de las que teníamos antes de que se produjera el cambio. Las sustancias iniciales se consumen y aparecen otras. Y cambia la composición química. Las moléculas finales son diferentes de las iniciales. Se denominan **cambios químicos o reacciones químicas**.

Existen muchos tipos de reacciones químicas, en las que las sustancias finales son distintas a las que reaccionan. Por ejemplo:

- Un objeto de hierro que se oxida: El óxido de hierro es muy diferente al hierro. También se consume oxígeno.
- Las combustiones: Son reacciones con oxígeno. Se consume el combustible y el oxígeno, y se forman cenizas, además de dióxido de carbono y vapor de agua.
- Los ácidos y las bases son corrosivos, reaccionan con la materia orgánica, los metales.
- La metalurgia: Para obtener los metales, debemos hacer reaccionar el mineral, en ocasiones a elevada temperatura.
- Cocinar los alimentos: En la cocina ocurren tanto cambios físicos como químicos. Al calentar, no sólo cambia la temperatura o el estado, las sustancias que componen los alimentos se transforman al cocinarlas (no hay más que mirar el aspecto y la consistencia de un huevo al freírlo).
- Las funciones de los seres vivos: Los seres vivos funcionamos mediante reacciones químicas. La fotosíntesis de las plantas, la digestión de los alimentos, la respiración, el metabolismo, la producción de hormonas, hasta nuestro pensamiento, se realiza mediante reacciones químicas.



Estudiemos en qué consiste una reacción química con un ejemplo:

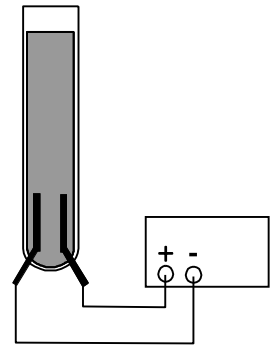
Sabemos que el agua es una sustancia pura. Tiene unas propiedades características (densidad, T.F., T.E). No tiene componentes que se puedan separar por procedimientos físicos, como filtración, decantación, cristalización, etc. Al calentarla, cambia de estado (de líquido a gas), pero sigue siendo agua y su temperatura de ebullición permanece constante. Sus moléculas son todas iguales entre sí.

Sin embargo, mediante una reacción química podemos transformarla en dos sustancias diferentes. Lo vemos en la siguiente experiencia, la **electrólisis del agua**:



Exp. 1

Tenemos un eudiómetro (tubo de vidrio con dos electrodos de metal en su parte inferior) con agua del grifo en su interior. Conectamos los electrodos del eudiómetro a una pila. ¿Qué sucederá al hacer pasar corriente eléctrica por el agua? (Recuerda que el agua pura no conduce la corriente, pero el agua del grifo sí, debido a las sales que tiene disueltas)



Observamos que, al conectar la corriente, se producen en los electrodos burbujas de dos gases diferentes. Del electrodo conectado al polo positivo, el gas es oxígeno, y en el conectado al negativo, se produce hidrógeno. Observamos que se forma el doble de gas hidrógeno que oxígeno.

NO se ha producido un cambio físico. No es ebullición, el agua no se ha calentado, y no se produce vapor de agua. Los gases hidrógeno y oxígeno son sustancias muy diferentes al agua que teníamos al principio. Recuerda que el agua es una sola sustancia, no es una mezcla.

El agua poco a poco se va consumiendo. Se ha producido un cambio químico. A partir de una sustancia inicial, se han producido otras dos distintas.

### Reactivos y productos:

En toda reacción química, a la sustancia o sustancias iniciales se les llama **reactivos**. Las sustancias nuevas que se forman, son los **productos** de la reacción. La reacción química se escribe de esta forma:

#### REACTIVOS → PRODUCTOS

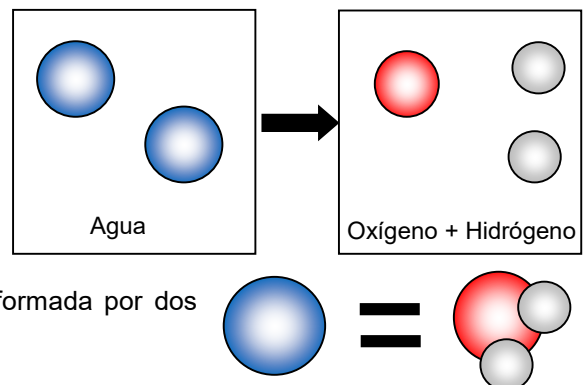
En la electrólisis del agua: AGUA → OXÍGENO + HIDRÓGENO

### Explicación de las reacciones químicas: Los átomos.

¿Cómo es que a partir de una sola sustancia podemos obtener dos sustancias tan diferentes? La razón está en las moléculas. Al formarse sustancias diferentes, las moléculas de las nuevas sustancias también deben ser diferentes de las que teníamos al principio. Las moléculas han cambiado.

Para explicar esto, hemos de suponer que **las moléculas de las sustancias están a su vez formadas por unidades más pequeñas, llamadas átomos**.

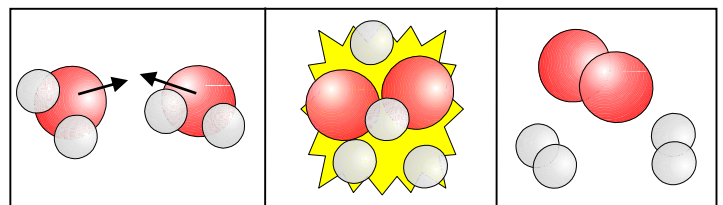
Las moléculas de agua son todas iguales, pero están formadas por dos tipos diferentes de átomo. Cada molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (su fórmula es H<sub>2</sub>O).



#### Teoría de colisiones:

Sabemos, por la TCM, que las moléculas de las sustancias están en continuo movimiento, chocando entre ellas. Si los choques son poco intensos, no ocurrirá nada. Pero si son muy intensos y se dan de la forma adecuada (colisión eficaz), estos choques producirán una reacción química.

En el caso de la electrólisis, la corriente eléctrica le da energía a las moléculas de agua, las cuales chocan entre sí con mucha intensidad. Al chocar, los átomos se separan y se unen de otra forma, dando lugar a moléculas diferentes, de hidrógeno y de oxígeno. En concreto, se forman el doble de moléculas de hidrógeno (H<sub>2</sub>) que de oxígeno (O<sub>2</sub>).



Como vemos, a partir de una sustancia se forman 2 diferentes, con distintas moléculas y distintas propiedades.

Cada reacción química ocurre de una forma distinta. Podemos tener un solo reactivo, o varios, del mismo modo que puede producirse un solo producto, o varios.

De momento representaremos las sustancias por sus nombres. En realidad en la reacción química se escriben las fórmulas químicas, que indican cuántos átomos de cada elemento hay en la molécula.

La reacción de electrólisis del agua: AGUA → OXÍGENO + HIDRÓGENO

Se escribe:  $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2$

Y se indican, como vemos, cuántas moléculas (en qué proporción) de cada sustancia intervienen en la reacción. Esos números que se colocan delante son los **coeficientes**. Si es un 1, no se escribe. En la reacción del agua, la reacción nos dice que *por cada 2 moléculas de agua que reaccionan, se producen 1 molécula de oxígeno y 2 moléculas de hidrógeno*.

Veamos otro ejemplo, la producción de diyoduro de plomo:



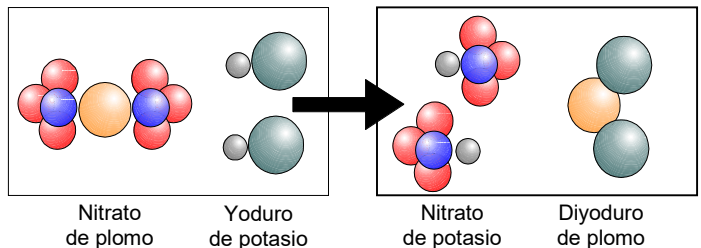
Exp.  
2

Vamos a juntar dos sustancias que tienen las siguientes propiedades:  
 Yoduro de potasio: sólido de color blanco, soluble en agua.  
 Nitrato de plomo: Sólido de color blanco, soluble en agua.  
 Disolvemos cada una de las sustancias en agua, en vasos de precipitado distintos. Posteriormente, vertemos en un vaso el contenido del otro.

Observamos que se produce una sustancia sólida de color amarillo, que no es soluble en agua (diyoduro de plomo), que está en suspensión y que con el tiempo se va al fondo. Se forma además otra sustancia que no vemos, ya que es soluble, nitrato de potasio.

La reacción que ocurre es: NITRATO DE PLOMO + YODURO DE POTASIO  $\rightarrow$  NITRATO DE POTASIO + DIYODURO DE PLOMO

De nuevo, la teoría de colisiones nos explica lo que sucede. Al juntar las dos sustancias, sus moléculas chocan. Sus átomos se separan y se unen de forma distinta, dando lugar a sustancias diferentes, con propiedades diferentes. El diyoduro de plomo, de color amarillo, es insoluble en el agua.



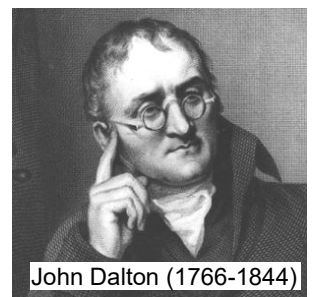
La reacción, escrita con las fórmulas y los coeficientes, sería:  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{KI} \rightarrow 2 \text{KNO}_3 + \text{PbI}_2$

El proceso de calcular los coeficientes, la proporción en que reaccionan o se producen las moléculas, se conoce como *ajustar la reacción*. Es algo que se trabajará el curso próximo.

## 2. Hipótesis atómica de Dalton

La primera idea que conocemos sobre la existencia de los átomos se debe al filósofo griego **Demócrito** (s. V a.C), quien propuso que, si dividíamos una y otra vez un cuerpo, llegaría un momento en que no podríamos continuar. Llegaríamos a partículas indivisibles (átomos) separadas por espacio vacío. Era un razonamiento que no se basaba en datos experimentales. En siglos posteriores fue más aceptada la idea de **Aristóteles** de que la materia era continua.

La hipótesis que podemos considerar que sigue el método científico moderno se debe al científico inglés **John Dalton**. Dalton, en 1808, para poder explicar las reacciones químicas, propuso la hipótesis de que la materia está formada por átomos. Los puntos fundamentales de esta hipótesis atómica son:



- La materia (cualquier sustancia) está formada por partículas individuales e indivisibles llamadas átomos.
- Cada tipo de átomo se denomina elemento químico. Los átomos del mismo elemento son todos iguales entre sí.
- Los átomos de diferentes elementos son distintos entre sí. Se diferencian en su tamaño y su masa.
- Las moléculas están formadas por combinaciones sencillas de átomos.
- Las moléculas de las sustancias simples están formadas por átomos del mismo elemento.
- Las moléculas de las sustancias compuestas están formadas por átomos de diferentes elementos químicos.
- En las reacciones químicas, los átomos permanecen inalterables

Esta hipótesis atómica explicaba los experimentos hechos hasta entonces, y fue comprobada en numerosas experiencias a lo largo de todo el s. XIX. Sin embargo, ya en el s. XX hubo que modificar algunos aspectos de la hipótesis:

- Los átomos no son indivisibles. Se descubrió que están formados por partículas más pequeñas (protones, electrones, neutrones)
- Los átomos de un mismo elemento no son exactamente iguales. Varían ligeramente en su masa.

**ELEMENTS**

Hydrogen	1	Strontian	86
Nitrogen	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	56
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Limé	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

Se conocen actualmente 118 elementos químicos, de los cuales 92 se encuentran en la naturaleza y 26 han sido obtenidos artificialmente en los laboratorios (de los últimos apenas han llegado a fabricarse algunos átomos que sólo han existido durante algunos segundos)

Cada elemento químico se distingue con un nombre propio y un símbolo. Dalton propuso símbolos gráficos (como se observa en la figura de la izquierda), pero en 1819 el químico sueco Berzelius propuso los símbolos actuales. Consisten en una o dos letras, la primera de ellas mayúscula, que provienen del nombre del elemento (a veces del nombre en latín). Así, el símbolo del hidrógeno es H, el del oxígeno es O, el del aluminio es Al, el del hierro es Fe (de *ferrum*), el del oro Au (de *aurum*)...

Los diferentes elementos químicos están clasificados por sus propiedades en lo que se conoce como **tabla periódica de los elementos**. La estudiaremos en el siguiente apartado.

### 3. Clasificación de los elementos. Sistema periódico.

#### Introducción histórica:

Actualmente se conocen 118 elementos químicos (tipos de átomos), de los cuales 90 se dan en la naturaleza. El resto han sido creados en laboratorio a partir de otros átomos.

Sin embargo, hasta 1700 sólo se conocían 12 de estos elementos. Fue con la introducción de medidas precisas en las reacciones cuando se pudieron aislar nuevos elementos, como el Hidrógeno (1766), Nitrógeno (1772), Oxígeno (1774), etc. Durante el siglo XIX, gracias a la teoría atómica de Dalton, hacia 1829 el número de elementos conocidos crece hasta 55.

Ante tal abundancia de elementos diferentes, una cuestión que se plantea es la de hacer una clasificación de dichos elementos, buscando propiedades que tengan en común. Se estudian tanto propiedades físicas (densidad, T.F., T.E.) como químicas (capacidad de reaccionar con otros elementos, como oxígeno, hidrógeno...).

La clasificación de los elementos es fruto del trabajo de muchos científicos durante varios siglos. Podemos citar al francés Lavoisier (que clasificó los 33 elementos conocidos hasta entonces en metales no metales), a los ingleses Priestley y Newlands, al alemán Döbereiner, y otros. Pero el principal paso en la clasificación lo dieron en torno a 1870 dos científicos que trabajaron por separado: el ruso Dimitri Mendeleiev y el alemán Lothar Meyer, que establecieron de forma independiente la clasificación (tabla periódica) por filas y columnas, según sus propiedades y masa atómica.

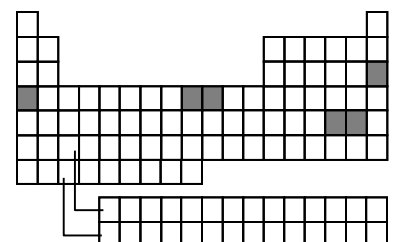
Mendeleiev, va más allá. Su clasificación contiene:

- Orden de masa atómica creciente.
- Coloca en la misma columna elementos con propiedades químicas parecidas.
- Cambia de orden algunos elementos para que coincida en la misma columna que elementos parecidos.
- Deja huecos para elementos aún no descubiertos, y predice sus propiedades. Sólo unos años más tarde, se descubren el Galio y el Germanio, y sus propiedades coinciden con las predichas por Mendeleiev.

#### Clasificación actual:

La clasificación periódica actual de los elementos químicos es una ampliación de la de Mendeleiev y Meyer. Sigue estos criterios de clasificación:

- Los elementos están clasificados por orden de número atómico creciente.
- En la misma columna (vertical) están situados los elementos con propiedades (físicas y químicas) parecidas.
- La masa atómica también aumenta al ir avanzando en la tabla periódica, salvo algunas excepciones.



Las filas (horizontales) de la tabla se denominan **periodos**: están numerados del 1 al 7.

Las columnas, que contienen elementos con propiedades parecidas, se denominan **grupos o familias**: están numeradas del 1 al 18. La mayoría de ellas tienen además un nombre propio.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2		Be											B	C	N	O	F	
3																		
4			Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn						
5																		
6																		
7																		

1. Alcalinos
2. Alcalinotérreos
- 3-12. Metales de transición
13. Boroideos
14. Carbonoideos
15. Pcnitógenos
16. Calcógenos
17. Halógenos
18. Gases nobles

Las dos filas de elementos que aparecen aisladas del resto de la tabla, son los **elementos de transición interna**. Están así sólo por hacer una tabla más compacta. Si nos fijamos en el orden de número atómico, vemos que la primera de las filas (Lantanoides) corresponde al periodo 6 y van a continuación del Lantano. La fila de los actinoides corresponde al periodo 7 a continuación del Actinio. Los 28 elementos que componen las "tierras raras", como también se les conoce, al tener propiedades parecidas a La y Ac se consideran todos del grupo III.

Dentro de la tabla, los elementos están clasificados en dos grandes grupos: **Metales** y **No Metales**. Cuanto más a la izquierda y debajo de la tabla, más acentuado es el carácter metálico; mientras que cuanto más a la derecha y arriba de la tabla, mayor es el carácter no metálico. Existen elementos con propiedades intermedias entre metales y no metales, se denominan **semimetales**.

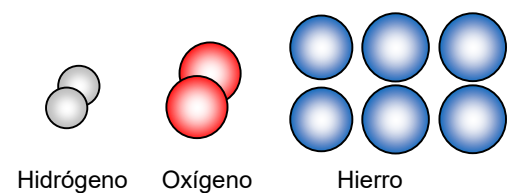
## 4. Sustancias simples y compuestas

### Sustancias simples:

La sustancias simples:

- **No** pueden descomponerse e sustancias más sencillas mediante reacciones químicas.
- Sus moléculas (o entidades elementales) están formadas por **átomos del mismo elemento**, todos iguales entre sí.

Ejemplos: oxígeno, nitrógeno, hierro, helio, oro, plata...



### Sustancias compuestas (compuestos químicos):

Las sustancias compuestas:

- **Pueden** descomponerse e sustancias más sencillas mediante reacciones químicas (como la electrólisis o la descomposición térmica)
- Sus moléculas (o entidades elementales) están formadas por **átomos de distintos elementos**. La fórmula química del compuesto contiene los símbolos de todos los elementos que componen la molécula.

Ejemplos: agua (H<sub>2</sub>O), sal (NaCl), amoníaco (NH<sub>3</sub>), butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)

Al comienzo del tema habíamos visto cómo el agua, que es una sustancia pura y sus moléculas son todas iguales, podía transformarse (descomponerse) en dos sustancias diferentes (hidrógeno y oxígeno) mediante una reacción química.

Como recordarás, la explicación de esto está en que la molécula de agua está formada por dos tipos de átomo (por dos elementos químicos): hidrógeno y oxígeno. Se dice que el agua es una **sustancia compuesta** (un compuesto).

La reacción que ha ocurrido es  $\text{AGUA} \rightarrow \text{OXÍGENO} + \text{HIDRÓGENO}$

Este procedimiento para descomponer sustancias compuestas mediante la corriente eléctrica se denomina **electrólisis**.

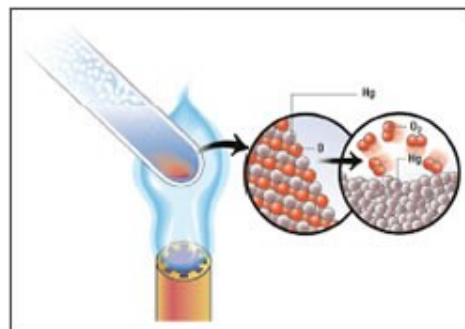
*(Importante: el hecho de que el agua sea una sustancia compuesta NO quiere decir que sea una mezcla de dos sustancias. El agua tiene unas propiedades fijas y sus moléculas son todas iguales. Eso sí, cada molécula está formada por dos clases de átomo diferentes)*



Otras sustancias compuestas se pueden descomponer al calentarlas. Este tipo de reacción se conoce como **descomposición térmica**. Un ejemplo de descomposición térmica es el de la siguiente experiencia:



Tenemos una sustancia pura, llamada óxido de mercurio, en un tubo de ensayo. Calentamos cuidadosamente el tubo en la llama del mechero. Anotamos todos los cambios observados: (en el cuaderno)



Por lo tanto, el óxido de mercurio también es una sustancia compuesta. Está formada por átomos de mercurio y de oxígeno.

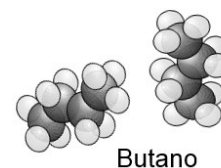
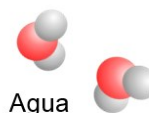
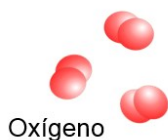
### Organización de los átomos en las sustancias: Átomos, moléculas y cristales.

Las propiedades de una sustancia dependen del tipo de átomos que la compongan, de la proporción en que se combinen (fórmula química), y de cómo se unen estos átomos entre sí. Podemos encontrarlos:

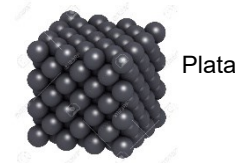
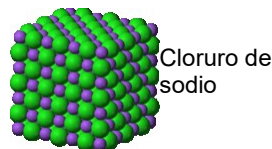
- **Átomos aislados:** Como los gases nobles (helio, neón, argón...)



- **Moléculas:** Grupos de átomos (normalmente pocos)



- **Redes cristalinas:** Miles de millones de átomos encadenados formando una estructura ordenada.



## 5. Las reacciones químicas en la vida cotidiana.

A continuación tienes tres textos que nos hablan sobre diversas reacciones químicas muy comunes.

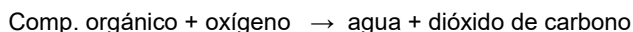
### OXIDACIONES Y COMBUSTIONES:

El oxígeno ( $O_2$ ) es una de las sustancias más reactivas de la naturaleza. Tiende a reaccionar con prácticamente todos los elementos químicos, formando óxidos. Quizá los más conocidos son los óxidos de hierro ( $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ , que se forman cuando dejamos un objeto de hierro a la intemperie), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) que se produce al quemar un combustible, o la arena, que en su mayor parte es óxido de silicio ( $SiO_2$ ).

La oxidación suele ir acompañada de un desprendimiento de energía. En el caso de la oxidación de un metal, este proceso suele ser lento, y no lo notamos.

En otros casos, como la materia orgánica (papel, madera, butano, gasolina...) el proceso es muy rápido y violento, y desprende mucha energía en forma de llama, a veces con una explosión. Esta oxidación se denomina **combustión**.

En la oxidación de un compuesto orgánico (que contiene carbono e hidrógeno) siempre se van producir vapor de agua ( $H_2O$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ).



### Las combustiones y la contaminación del aire.

Cuando se quema un compuesto orgánico, sabemos que se consume oxígeno y se produce agua ( $H_2O$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ). El  $CO_2$  es el principal responsable del efecto invernadero (calentamiento de la atmósfera). Pero además, las moléculas de los combustibles (gasolina, gasoil) también contienen átomos de nitrógeno, azufre y metales, que al quemarse dan lugar a óxidos muy contaminantes, como  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ... estos gases son responsables de enfermedades respiratorias y de la piel, alergias, lluvia ácida...



### ¿Cómo obtenemos los metales? La metalurgia

Los metales (como el hierro, el cobre, el oro, la plata, el aluminio, el titanio...) tienen una importancia fundamental en nuestra sociedad, dado el gran número de usos que tienen. Son buenos conductores del calor y la corriente eléctrica, poseen un brillo característico (brillo metálico), la mayoría son sólidos a temperatura ambiente, y pueden mezclarse entre ellos, formando aleaciones, con propiedades y aplicaciones muy diversas.

Sin embargo, muy pocos metales se encuentran en estado nativo (como sustancias simples) en la naturaleza, en cantidades suficientes como para ser usados por el hombre. Es el caso de metales poco reactivos como el oro, el platino o el cobre. El resto de los metales se encuentran combinados con otros elementos, formando compuestos: los minerales.

Para obtener los metales puros a partir de los minerales es necesario realizar reacciones químicas, normalmente a muy alta temperatura y en ocasiones usando corrientes eléctricas. Estas reacciones químicas se conocen en general como reacciones metalúrgicas (de obtención de metales). Industrialmente, se realizan en altos hornos. Por ejemplo, para obtener el hierro, se hace reaccionar la pirita, un mineral que contiene sulfuro de hierro, con carbono, a muy alta temperatura. Uno de los productos de la reacción es hierro puro, que se obtiene fundido. Además, se forma sulfuro de carbono.



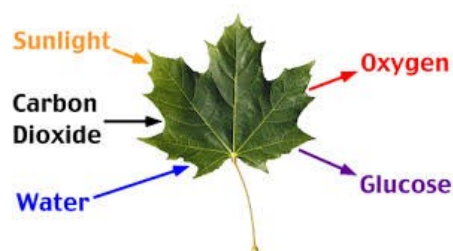
### Reacciones químicas en los seres vivos:

La vida se basa en reacciones químicas. Si nos ponemos como ejemplo, cada acción que realizamos está marcada por reacciones químicas. La digestión de los alimentos, la transformación de los nutrientes en el hígado, la combustión de los azúcares en las células para obtener energía, la elaboración de las proteínas que forman nuestro cuerpo, el crecimiento y duplicación de las células, la acción de las hormonas, incluso nuestros propios pensamientos se llevan a cabo mediante reacciones químicas.

En las plantas es de destacar una reacción química bastante compleja denominada fotosíntesis, que se lleva a cabo en los cloroplastos de las hojas y partes verdes de la planta. La clorofila capta la energía de la luz, lo que permite que el agua, las sales minerales y el  $CO_2$  que absorbe la planta, puedan transformarse en materia orgánica y  $O_2$ .

Las bacterias y otros microorganismos descomponen la materia orgánica por medio de reacciones químicas. Los productos de estas reacciones, muchos de ellos gaseosos, son los responsables del mal olor.

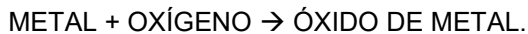
Otros microorganismos, como las levaduras, son los responsables de las fermentaciones, transformaciones de los azúcares que contienen las semillas, la leche o las frutas, y nos permiten elaborar el pan, el yogur, la cerveza, el vino...



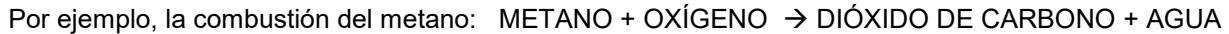
También en nuestra vida cotidiana estamos rodeados de reacciones químicas. Cocinar los alimentos, encender una estufa de butano o un mechero, son ejemplos de reacciones químicas.

## Algunos tipos de reacciones químicas que debemos conocer:

**Reacciones de oxidación de metales:** El oxígeno (O<sub>2</sub>) es muy reactivo, y reacciona con los metales, produciendo óxidos:



**Reacciones de combustión:** Los compuestos orgánicos (papel, madera, alcohol, gasolina, butano...) son combustibles. Al reaccionar con el oxígeno, se consumen, produciendo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). En la combustión se desprende mucha energía produciendo una llama, formada por los productos de la reacción a elevada temperatura.



**Reacciones ácido-metal:** Los ácidos corroen los metales, produciendo una sal y desprendiendo gas hidrógeno (H<sub>2</sub>)

$$\text{ÁCIDO} + \text{METAL} \rightarrow \text{SAL} + \text{HIDRÓGENO}$$

**Reacciones de obtención de metales (metalurgia):** Podemos obtener metales como el hierro o el aluminio a partir de minerales, mediante reacciones químicas a elevadas temperaturas o usando corrientes eléctricas. Es necesario aportar energía para que se produzcan.



**Fotosíntesis:** Las plantas producen materia orgánica a partir de sales minerales y agua que absorben del suelo, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del aire, y las transforman en materia orgánica y oxígeno (O<sub>2</sub>), que expulsan a la atmósfera. Para que se produzca esta reacción, es necesario el aporte de energía de la luz (del Sol o artificial).



## 6. Estructura atómica.

Hasta ahora hemos considerado los átomos como si fueran esferas macizas, sin estructura interna. Eso era lo que se suponía hasta finales del s. XIX. Actualmente sabemos que los átomos de cualquier elemento están formados por partículas más pequeñas. Según el número de partículas que tengan, los átomos serán de un tipo o de otro.

La estructura interior de los átomos se conoce gracias a la contribución de muchos científicos a lo largo de la segunda mitad del s. XIX y la primera mitad del s. XX. Entre estos científicos, podemos destacar a Thomson, Rutherford, Chadwick, Böhr, Heisenberg, Schrödinger, y otros.

Aunque en realidad el átomo es más complicado de lo que vamos a ver aquí, nos conformaremos con un modelo simple: el modelo que propuso Rutherford, y que fue ampliado posteriormente:

Según este modelo, existen tres partículas más pequeñas dentro del átomo: protones, electrones y neutrones.

En todo átomo se distinguen dos partes:

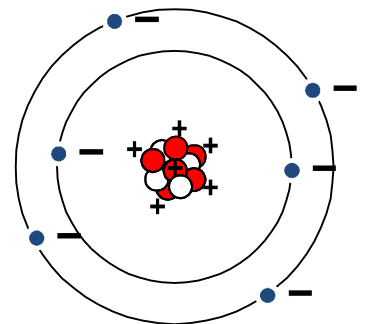
### Núcleo:

- Es la parte central del átomo.
- Su tamaño es muy pequeño en comparación con el del átomo (unas 10.000 veces más pequeño)
- Casi toda la masa del átomo (el 99,95 %) está concentrada en él. Podemos decir que la masa del núcleo es aproximadamente la masa del átomo
- Contiene en su interior dos tipos de partículas:

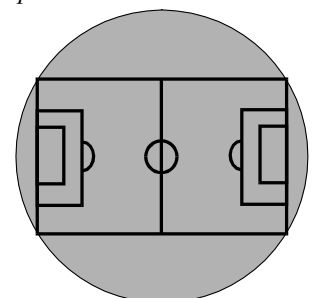
Protones ( p <sup>+</sup> )	→	Carga +	,	Masa ~ 1 u
Neutrones ( n )	→	Neutro (sin carga),	Masa ~ 1 u	

### Corteza:

- Rodea al núcleo. En su inmensa mayoría es espacio vacío (por eso tiene tan poca masa).
  - En ella están los electrones, dando vueltas a gran velocidad alrededor del núcleo, como los planetas alrededor del Sol
- Electrones ( e<sup>-</sup> ) → Carga - Masa ~ 0,0005 u
- Los electrones están distribuidos en *capas*, a diferentes distancias del núcleo.



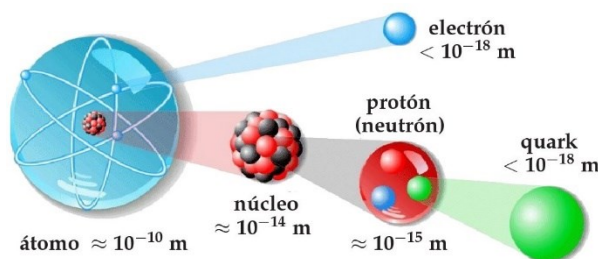
*Para hacernos mejor idea del tamaño del átomo, veámoslo con un ejemplo: Imaginemos que un átomo tuviera el tamaño de un campo de fútbol. A esa escala, el núcleo sería una canica (una bolita de 1 cm) puesta en el centro. Los electrones serían cabecitas de alfiler (y pocas) dándole vueltas a distintas distancias. El resto (es decir, prácticamente todo) sería espacio vacío.*



El número de partículas que haya de cada tipo nos dirá de qué elemento se trata y qué características tiene. Concretamente, el **número de protones** se conoce como **número atómico (Z)**, e identifica al elemento químico, y marca el número de orden en la tabla periódica.

**¿Son los protones, neutrones y electrones lo más pequeño que conocemos?** Por lo que conocemos hasta ahora, los electrones sí parecen ser realmente fundamentales, no están formados por partículas más pequeñas.

Sin embargo, en los años 60 del siglo XX se descubrió que protones y neutrones están formados a su vez por partículas más pequeñas, los quarks. Un protón está formado por dos quarks *up* (*u*) y un quark *down* (*d*). Un neutrón está formado por dos quarks *down* (*d*) y un quark *up* (*u*).



## EL RETO: REALIZA Y EXPLICA ESTAS REACCIONES QUÍMICAS.



### EXPERIENCIA PARA CASA: Combustión de una vela.

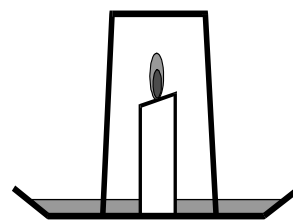
Puede parecernos que al quemarse una vela eso es lo único que sucede: que se quema. Pues aquí vamos a comprobar que en realidad ocurren algunas cosas más.

**Material necesario:** un trozo de vela de unos 5 cm, mechero o cerillas, un plato, un vaso de vidrio (que quepa la vela en el interior, y si el vaso es estrecho, mejor), un poco de agua.

**Procedimiento:** Vierte un poco de agua en el plato, hasta una altura de 1 cm aprox. Coloca la vela verticalmente en el centro del plato. Enciende la vela y posteriormente tapa la vela con el vaso boca abajo.

#### ¿Qué hay que hacer con esta experiencia?

- Anota todos los cambios que se produzcan, ya sea en la vela, en el vaso, en el agua...
- Intenta explicar por qué ocurren todos los cambios que se han producido.
- ¿Desaparecen algunas sustancias? ¿aparecen otras? ¿cuáles?
- ¿Ha ocurrido un cambio físico o un cambio químico? ¿Por qué?
- Elabora un informe respondiendo a estas preguntas.



### EXPERIENCIA PARA CASA: Otra forma de hinchar un globo.

**Material necesario:** una botella pequeña de vidrio vacía (un botellín, por ejemplo), un globo, vinagre, una cucharada de bicarbonato (o sal de frutas).

**Procedimiento:** Hincha el globo y vacíalo varias veces, para que la goma esté distendida. Pon en su interior el bicarbonato. Vierte el vinagre en el interior del botellín. Con cuidado, engancha la boquilla del globo a la botella. Y ahora, vuelca el globo para que el bicarbonato caiga sobre el vinagre que está en el botellín.

#### ¿Qué hay que hacer con esta experiencia?

- Anota todos los cambios que se produzcan.
- Intenta explicar por qué ocurren todos los cambios que se han producido.
- ¿Qué crees que puede ser el gas que se ha producido?
- ¿Ha ocurrido un cambio físico o un cambio químico? ¿Por qué?
- Elabora un informe respondiendo a estas preguntas.

## EJERCICIOS DE LA UNIDAD 4. CAMBIOS QUÍMICOS. TEORÍA ATÓMICA.

### Ejercicio 1.1 Explica si los siguientes cambios son físicos o químicos:

- |   |   |
|---|---|
| a) El hierro se oxida con el tiempo.                      | f) Después de comer, hacemos la digestión.  |
| b) La cera de una vela se derrite al calentarla.          | g) Un charco de agua se seca con el tiempo  |
| c) La sal se disuelve en agua.                            | h) Los ácidos corroen los metales   |
| d) Encendemos una vela                                    | i) Cocinar los alimentos.   |
| e) Cogemos agua turbia y filtramos la arena que contiene. | j) Dejamos al aire una disolución de azúcar en agua y al cabo del tiempo sólo queda azúcar. |

### Ejercicio 1.2:

a) Tenemos un sólido de color blanco insoluble en agua. Si lo calentamos, vemos que no llega a fundirse, pero se produce un gas que se va a la atmósfera, quedando un sólido blanco que sí es soluble en agua. ¿Ha ocurrido un cambio físico o un cambio químico? Razona.

b) Tenemos un líquido de color azul. Al calentarlo, llega a ebullición, formándose vapor de agua y quedando un sólido azul que puede volver a disolverse en agua. ¿Ha ocurrido un cambio físico o un cambio químico? Razona.

### Ejercicio 1.3 Indica cuáles son los reactivos y los productos en estas reacciones:

- a) Combustión del butano: butano + oxígeno → dióxido de carbono + agua  
 b) Reacción ácido- metal: metal + ácido → sal + hidrógeno  
 c) Obtención del hierro: sulfuro de hierro + carbono → hierro + sulfuro de carbono

### Ejercicio 3.1: Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Si alguna es falsa, explica por qué.

- a) "En la antigüedad ya se conocían la mayoría de los elementos químicos que conocemos actualmente".  
 b) "Los elementos del mismo periodo de la tabla periódica actual poseen propiedades parecidas".  
 c) "Lavoisier estableció la clasificación por filas y columnas".  
 d) "Los elementos químicos están clasificados en la tabla periódica únicamente por orden de masas atómicas."  
 e) "Los elementos químicos que están en el mismo grupo tienen propiedades parecidas."

### Ejercicio 3.2:

- a) ¿Qué aportación hizo Lavoisier a la clasificación de los elementos químicos? ¿Y Mendeleiev?  
 b) ¿En qué grupo están situados los Lantánidos y los Actínidos? ¿Y en qué periodos?  
 c) ¿En qué parte de la tabla están situados los no metales?  
 d) ¿Cuál es el grupo de los metales alcalinos? ¿Y el de los halógenos? ¿Y el de los gases nobles?

### Ejercicio 3.3:

- a) Busca en la tabla el periodo y el grupo en el que están situados estos elementos:  
 H, Fe, O, P, Kr, Ba, W, U, Au, Ca, Al

- b) ¿Qué elementos químicos están colocados en estas posiciones de la tabla periódica?

Grupo	2	18	13	1	15	17	8	3	12	11
Periodo	5	2	4	7	3	5	4	7	6	5
Elemento										
Símbolo										



### Surfing the net (& books)

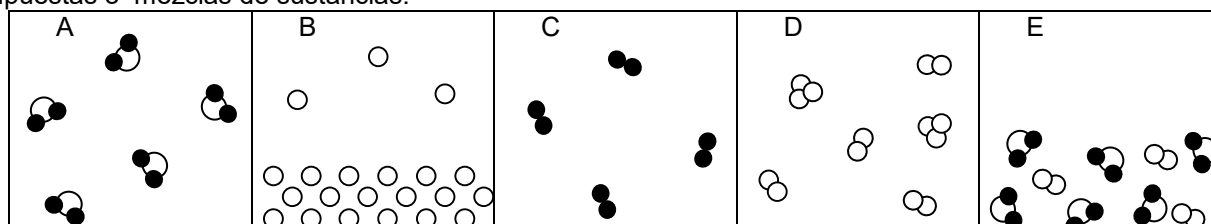
- ¿Cuál es el símbolo de estos elementos químicos? ¿De dónde procede? Hierro, Mercurio, Azufre, Sodio, Potasio
- ¿De dónde procede el nombre de estos elementos? Escandio, Helio, Germanio, Galio
- ¿Quién descubrió estos elementos químicos? Francio, Radio, Kriptón, Einstenio

**Ejercicio 4.1:** Tenemos en un tubo de ensayo una sustancia sólida, y observamos que, al calentarla, se vuelve líquida y, al volver a enfriarse, vuelve a estar como al principio. En otra experiencia, al hacer pasar corriente eléctrica por la sustancia, no observamos ningún cambio. ¿Se trata de una sustancia simple o compuesta? ¿Por qué?

**Ejercicio 4.2.** Explica las diferencias entre sustancias simples y sustancias compuestas.

**Ejercicio 4.3.** Al hacer pasar la corriente eléctrica por una sustancia, vemos que se obtienen dos sustancias nuevas. ¿Qué proceso ha ocurrido? ¿La sustancia inicial, era simple o compuesta? ¿Por qué?

**Ejercicio 4.4.** Explica si en los siguientes sistemas materiales tenemos sustancias simples, sustancias compuestas o mezclas de sustancias.



**Ejercicio 5.1: Lee detenidamente los textos de la página 7 y responde a las siguientes preguntas:**

1. ¿Qué tienen en común un trozo de hierro oxidado y una cerilla que arde?
2. ¿Qué sustancias reaccionan y cuáles se producen en la combustión de un compuesto orgánico como el butano?
3. Si en las combustiones se produce agua, ¿por qué no la vemos, al quemarse un papel?
4. Escribe las propiedades de las sustancias metálicas.
5. ¿Cuáles son los reactivos y productos en el proceso de obtención del hierro?
6. ¿Qué significa estado nativo? ¿Qué metales se encuentran en la naturaleza en estado nativo?
7. Describe dos tipos de reacciones llevadas a cabo por microorganismos.
8. Escribe los reactivos y los productos en la reacción de fotosíntesis.



### Surfing the net (& books)

- ¿Qué tipo de contaminación (o daños a la salud) origina cada uno de estos gases producidos en las combustiones?  $\text{CO}_2$   $\text{NO}_2$   $\text{SO}_3$
- ¿Cuál fue el primer metal usado por la Humanidad para fabricar herramientas? ¿Dónde y cuándo?

**Ejercicio 6.1:** Explica las diferencias entre:

- a) Núcleo y corteza del átomo. b) Electrones y protones. c) Protones y neutrones.

**Ejercicio 6.2:**

- b) ¿Por qué los átomos son neutros?  
c) ¿Por qué los electrones se quedan dando vueltas al núcleo y no se escapan?

**Ejercicio 6.3:**

- a) ¿Cuántos protones tiene en su núcleo un átomo de: hidrógeno, oxígeno, hierro, oro, uranio?  
b) A partir del número de protones, busca de qué elemento se trata: 2, 6, 43, 49, 94, 112



## UNIT 4. CHEMICAL REACTIONS. ATOMIC THEORY.

### UNIT 4: VOCABULARY

Concepts	Actions	Some chemical elements
<b>Physical change</b> Cambio físico <b>Chemical change</b> Cambio químico <b>Chemical reaction</b> Reacción química <b>Reactant / Reagent</b> Reactivo <b>Product</b> Producto <b>Molecule</b> Molécula <b>Atom</b> Átomo <b>Chemical element</b> Elemento químico <b>Periodic table</b> Tabla periódica <b>Row</b> Fila <b>Column</b> Columna <b>Simple substance</b> Sustancia simple <b>Compound</b> Sustancia compuesta <b>Electrolysis</b> Electrólisis <b>Thermal breakdown</b> Descomposición térmica	<b>Crash</b> chocar <b>Join</b> Unirse <b>Form</b> formar <b>Separate</b> Separar(se) <b>React</b> Reaccionar <b>Produce</b> Producir <b>Burn</b> Quemar <b>Consume</b> Consumir(se) <b>Oxidize</b> Oxidar(se)  <b>Isolated atom</b> Átomo aislado <b>Crystal</b> Cristal <b>Combustion</b> Combustión  <b>Pollution</b> Contaminación  <b>Oxide</b> Óxido	<b>Hydrogen</b> Hidrógeno <b>Oxygen</b> Oxígeno <b>Nitrogen</b> Nitrógeno <b>Helium</b> Helio <b>Fluorine</b> Flúor <b>Chlorine</b> Cloro <b>Iodine</b> Yodo <b>Sulfur</b> Azufre <b>Carbon</b> Carbono  <b>Iron</b> Hierro <b>Magnesium</b> Magnesio <b>Lithium</b> Litio <b>Sodium</b> Sodio <b>Potassium</b> Potasio

### 1. Physical & chemical changes

#### 1.1 Complete these sentences .

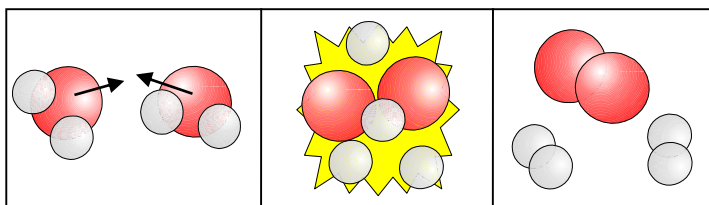
In a \_\_\_\_\_ initial substances and final substances are the same.

In a \_\_\_\_\_ initial substances and final substances aren't the same.

In chemical \_\_\_\_\_, the initial substances are called \_\_\_\_\_,  
and the final substances are the \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ of a substance are made of \_\_\_\_\_.

#### 1.2 Describe these drawings by using connectors (first, then, later, finally...)

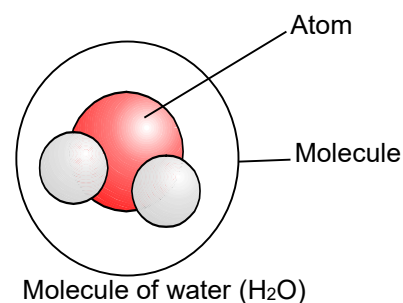


### KEYWORDS

Physical changes {  
Phase changes  
Mixing  
Separating mixtures  
Movements  
Shape changes  
Temperature changes

Chemical changes (chemical reactions)

Reactants → Products



## 2. Atomic theory

### 2.1 Complete these sentences .

A chemical element is \_\_\_\_\_

The molecules of a simple substance are made of \_\_\_\_\_

The molecules of a \_\_\_\_\_ are made of \_\_\_\_\_ of different elements.

The atomic hypothesis was proposed by \_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_.

## 3. The Periodic Table

### 3.1. Complete these sentences.

- The rows of the Periodic system are called \_\_\_\_\_.
- The \_\_\_\_\_ of the Periodic system are the “groups” or “families”.
- The periods are counted off from \_\_\_\_\_ to \_\_\_\_\_.
- The groups are counted off from \_\_\_\_\_ to \_\_\_\_\_.
- Each element in the Periodic system is ordered by its \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_.

## 4. Simple substances & compounds

4.1. What are the differences between simple substances and compounds?

4.2. If an electric current passes through liquid water, we obtain two different gases.

Is the water a simple substance or a compound?

Which are the two gases that we obtain?

4.3 Are these changes physical or chemical?

- |                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| a) Mixing salt and water     | e) Cooking                         |
| b) The water boils at 100 °C | f) Photosynthesis                  |
| c) Iron oxidizes.            | g) We obtain metals from minerals. |
| d) A paper burning           | h) Filtering sand from water.      |

4.4. Are these sentences correct or incorrect? In this case, write them correctly.

- In chemical reactions, substances don't change.
- Molecules are smaller than atoms.
- In a compound, all its atoms are similar.

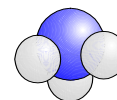
chemical element



simple substance



compound



Oxygen



Oxidized iron