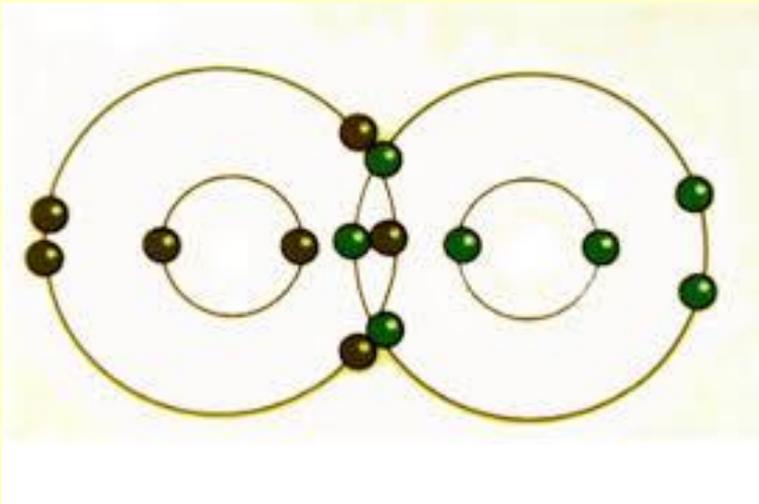


# 4º E.S.O.

## FÍSICA Y QUÍMICA

### 3. ENLACE QUÍMICO



R. Artacho  
Dpto. de Física  
y Química

## Índice

### CONTENIDOS

1. Enlace químico en las sustancias · 2. Tipos de enlace entre átomos · 3. Enlace iónico · 4. Enlace covalente · 5. Enlace metálico · 6. Enlace con moléculas · 7. Propiedades de las sustancias y enlace

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

4. Interpretar los distintos tipos de enlace químico a partir de la configuración electrónica de los elementos implicados y su posición en la Tabla Periódica.

5. Justificar las propiedades de una sustancia a partir de la naturaleza de su enlace químico.

### ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE

4.1. Utiliza la regla del octeto y diagramas de Lewis para predecir la estructura y fórmula de los compuestos iónicos y covalentes.

4.2. Interpreta la diferente información que ofrecen los subíndices de la fórmula de un compuesto según se trate de moléculas o redes cristalinas.

5.1. Explica las propiedades de sustancias covalentes, iónicas y metálicas en función de las interacciones entre sus átomos o moléculas.

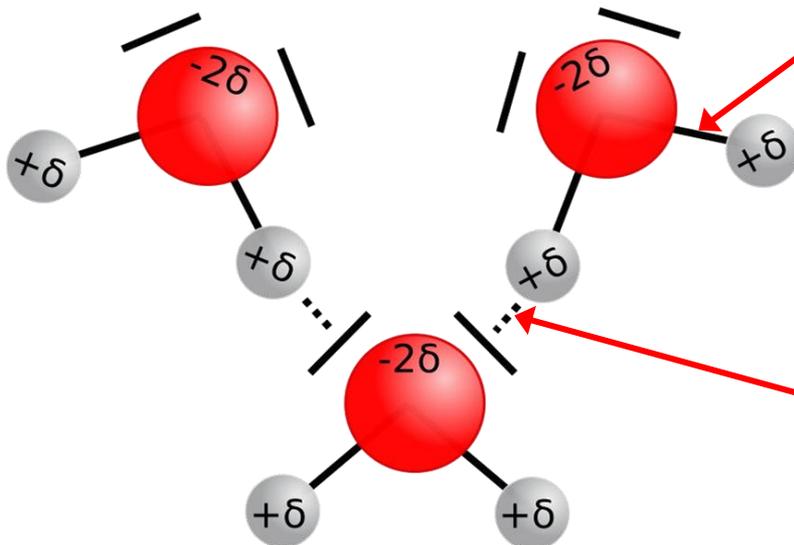
5.2. Explica la naturaleza del enlace metálico utilizando la teoría de los electrones libres y la relaciona con las propiedades características de los metales.

5.3. Diseña y realiza ensayos de laboratorio que permitan deducir el tipo de enlace presente en una sustancia desconocida.

**Índice**

<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>	<b>ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE</b>
6. Nombrar y formular compuestos inorgánicos ternarios según las normas IUPAC.	6.1. Nombra y formula compuestos inorgánicos ternarios, siguiendo las normas de la IUPAC.
7. Reconocer la influencia de las fuerzas intermoleculares en el estado de agregación y propiedades de sustancias de interés.	7.1. Justifica la importancia de las fuerzas intermoleculares en sustancias de interés biológico. 7.2. Relaciona la intensidad y el tipo de las fuerzas intermoleculares con el estado físico y los puntos de fusión y ebullición de las sustancias covalentes moleculares, interpretando gráficos o tablas que contengan los datos necesarios.

#### 1. Enlace químico en las sustancias



**Enlace químico entre átomos:** fuerzas que mantienen unidos a los átomos que forman un cristal o una molécula

**Enlace químico entre moléculas o fuerzas intermoleculares:** conjunto de fuerzas que unen las moléculas. Son responsables de que una sustancia se presente en estado, sólido, líquido o gas, y también de que se pueda disolver en otra.

Las fuerzas involucradas en el enlace químico son de **naturaleza eléctrica**.

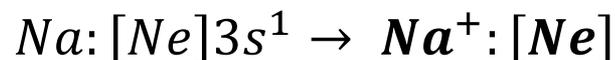
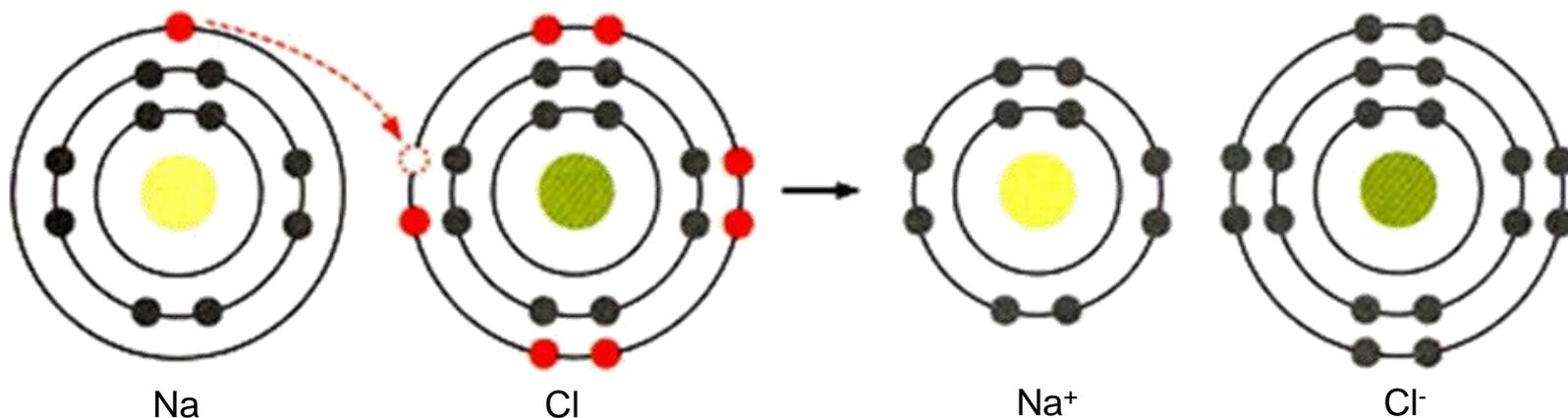
## 2. Tipos de enlace entre átomos

- ☞ Los gases nobles son los únicos que se presentan de forma aislada debido a que son estables, pues tienen una configuración electrónica en su capa de valencia del tipo  $s^2p^6$ , o  $s^2$  en el caso del Helio.
- ☞ Los demás elementos tienden a alcanzar una configuración electrónica similar. Para ello ganan, pierden o comparten electrones con otros átomos, con los que se enlazan.
- ☞ En 1916 Gilbert N. Lewis propuso una técnica para explicar el enlace denominada **regla de octeto**.

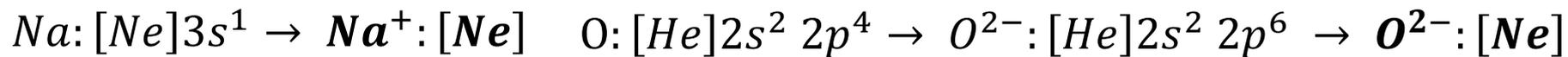
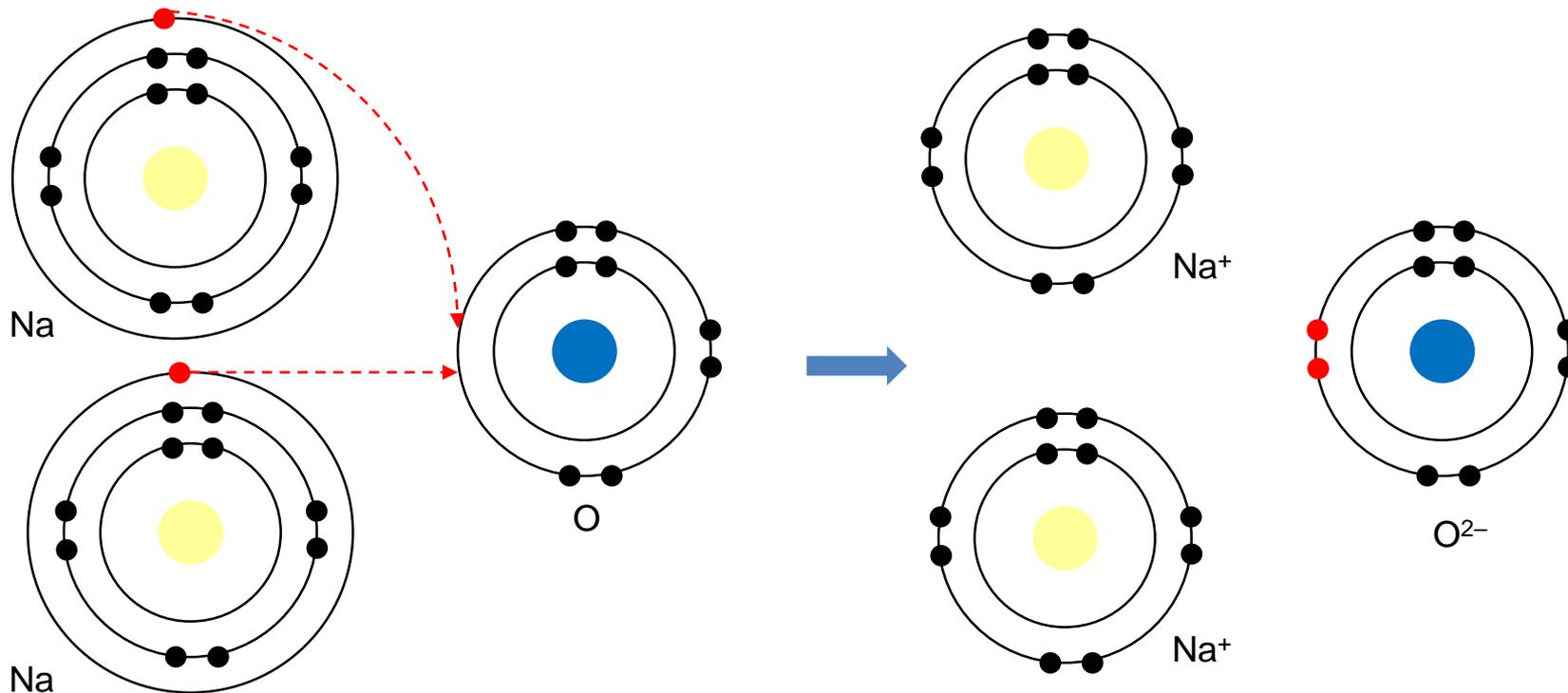
Para alcanzar la máxima estabilidad, todos los átomos tienden a obtener la configuración de valencia de los gases nobles (8 electrones, salvo el helio).

- ☞ Existen tres tipos de *enlaces entre átomos*: **iónico**, **covalente** y **metálico**.

El **enlace iónico** se establece cuando se combinan un metal y un no metal. Ambos alcanzan la configuración de gas noble formando iones. El enlace iónico resulta de las fuerzas de atracción entre **aniones** y **cationes**.

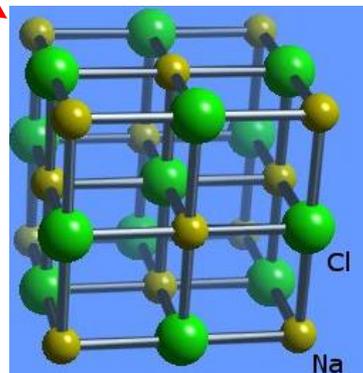


En el caso del sodio y el oxígeno:

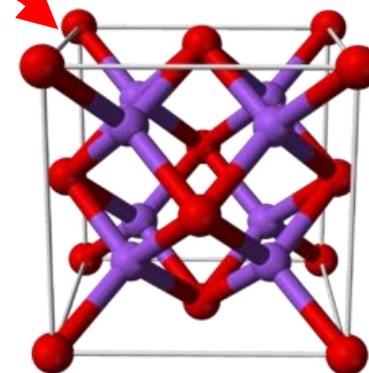


- ☞ El enlace iónico no forma moléculas.
- ☞ La fórmula del compuesto iónico indica la **proporción** en que se combinan.

### 3.1. Las propiedades de los compuestos iónicos



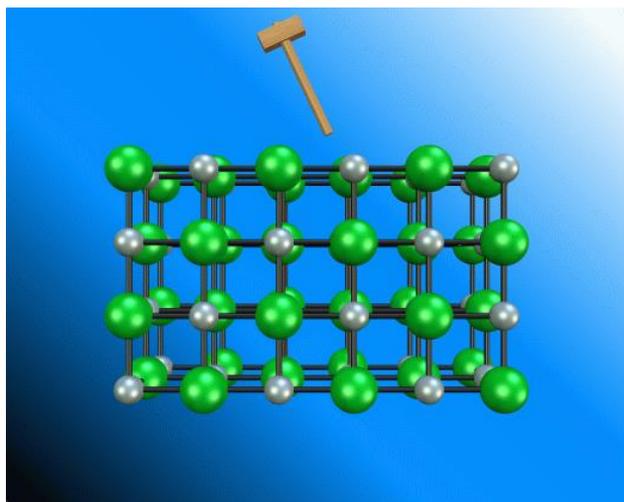
Cloruro de sodio



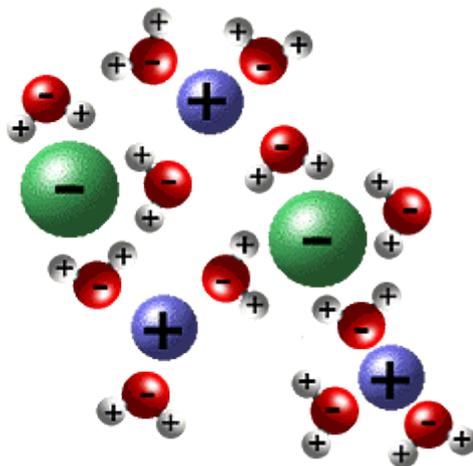
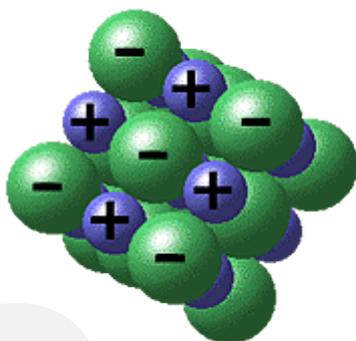
Óxido de sodio

- ✓ Los iones positivos y negativos forman una red cristalina cuya forma depende del tamaño y relación de cationes y aniones.
- ✓ A temperatura ambiente son **sólidos cristalinos**.
- ✓ Su **temperatura de fusión es elevada**.

#### 3.1. Las propiedades de los compuestos iónicos

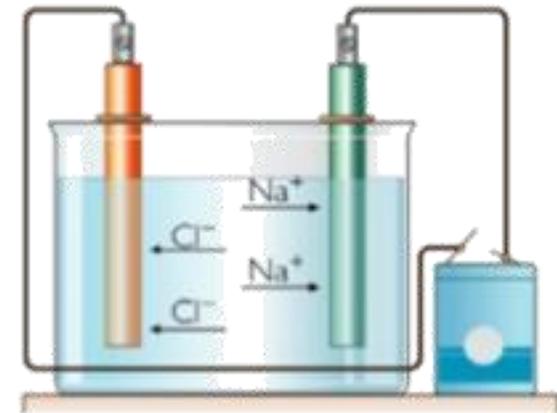
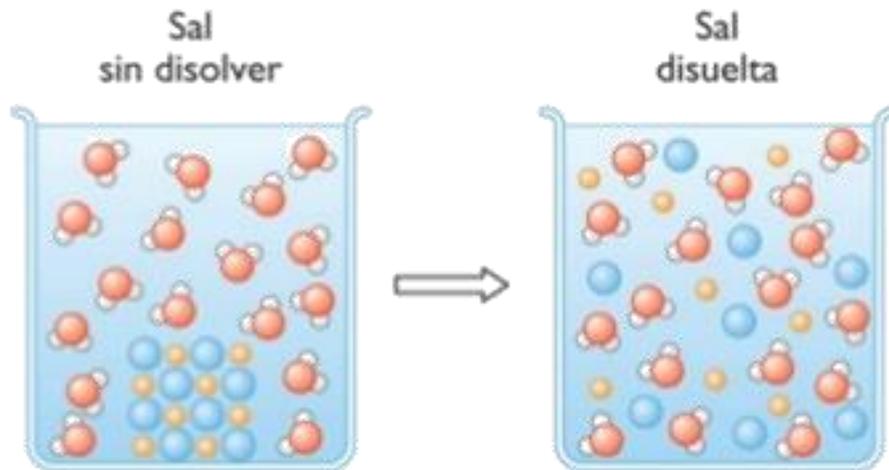


- ✓ Son **duros** porque para rayarlos hay que separar los iones positivos de los negativos.
- ✓ Son **frágiles** porque al golpearlos se enfrentan iones del mismo signo.



- ✓ Algunos, como el NaCl, se disuelven en agua.

### 3.1. Las propiedades de los compuestos iónicos



- ✓ **No conducen la corriente eléctrica en estado sólido, pero si cuando están fundidos o disueltos en agua.**

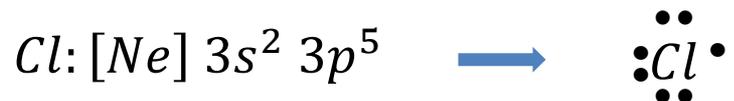
#### ACTIVIDADES

1. Estudia la fórmula de los compuestos iónicos que resultan de la combinación de:
  - a) Ca y O
  - b) Al y I
  - c) Rb y S
  - d) F y Mg

El **enlace covalente** se establece cuando se combinan átomos de elementos no metálicos. Ambos alcanzan la configuración de gas noble compartiendo electrones. El enlace covalente se debe a los electrones compartidos.

#### Diagrama de Lewis

- Se representan los enlaces covalentes utilizando los símbolos de los elementos y puntos para los electrones de valencia:



- Cada par de electrones compartido se representa mediante una raya entre los átomos.

## Ejemplos

1. Enlace entre dos átomos de Cloro:  $[Ne] 3s^2 3p^5$



Compartiendo un par de electrones alcanzan la configuración de gas noble. Decimos que se forma un **enlace covalente sencillo**.

2. Enlace entre dos átomos de Oxígeno:  $[He] 2s^2 2p^4$



Compartiendo dos pares de electrones alcanzan la configuración de gas noble. Decimos que se forma un **enlace covalente doble**.

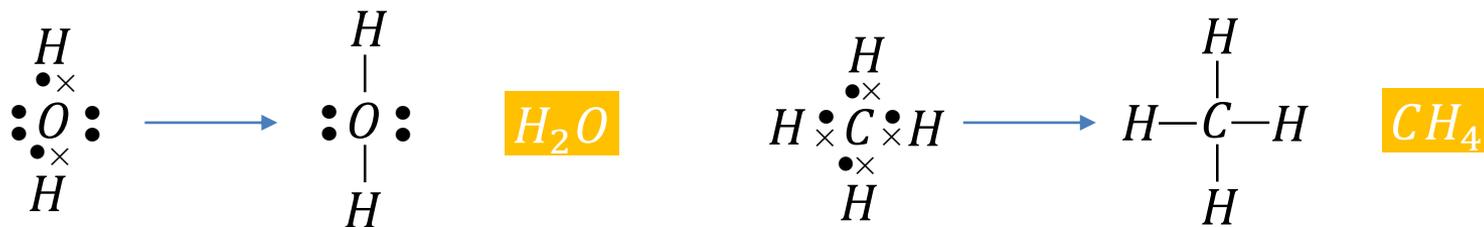
## Ejemplos

3. Enlace entre dos átomos de Nitrógeno:  $[He] 2s^2 2p^3$



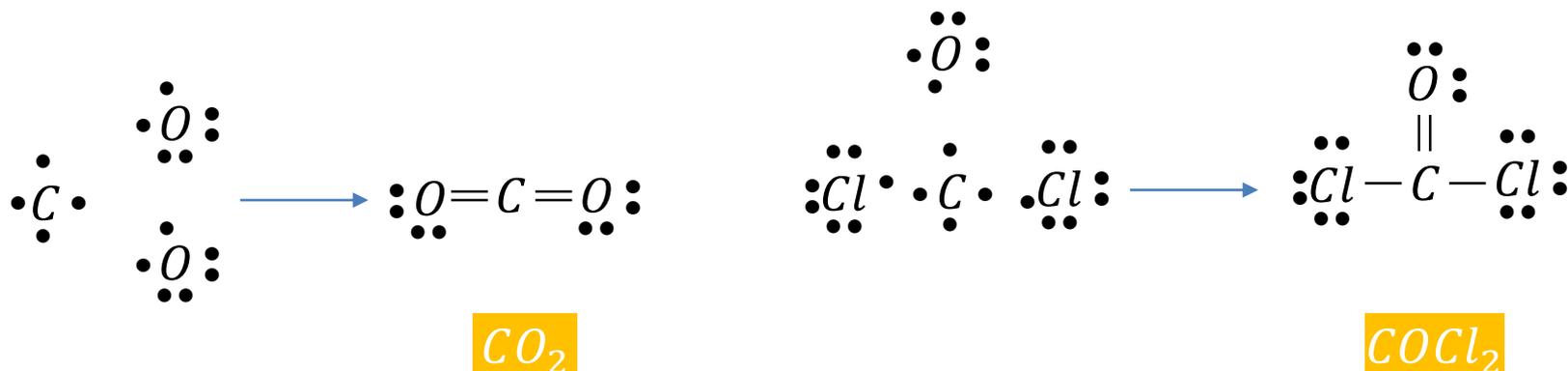
Compartiendo tres pares de electrones alcanzan la configuración de gas noble. Decimos que se forma un **enlace covalente triple**.

4. Combinación de átomos de distintos elementos. Utilizaremos (•) para representar los electrones de valencia de un elemento y (×) para los átomos del otro.



## Ejemplos

En una misma molécula covalente se pueden dar distintos tipos de enlaces covalentes.

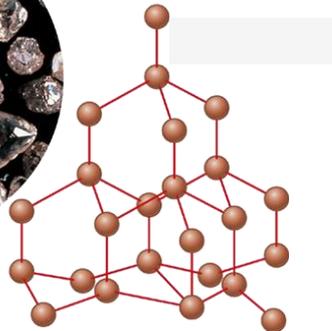
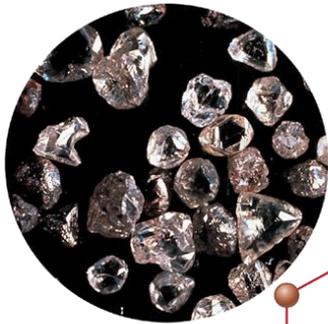


- ✓ La mayoría de las sustancias covalentes forman **moléculas**.
- ✓ La fórmula de una molécula indica el número de átomos de cada elemento que la forman, y no solo su proporción.

## Ejemplos

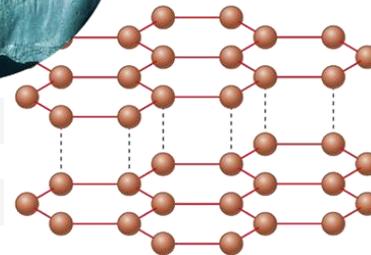
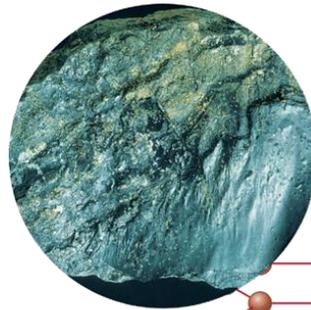
En una misma molécula covalente se pueden dar distintos tipos de enlaces covalentes.

- ✓ Algunas sustancias covalentes forman **cristales** (diamante, grafito, sílice).



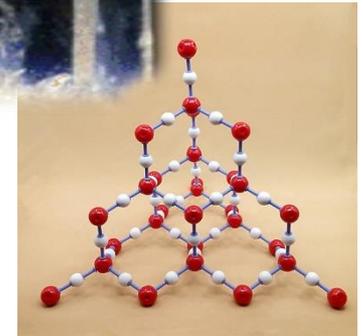
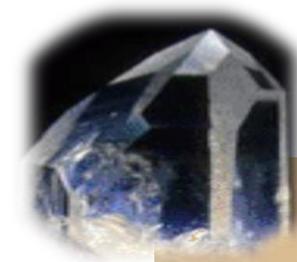
*diamante*

Cristal perfecto e incoloro.  
Es el material más duro.  
Aislante eléctrico.



*grafito*

A cada átomo le queda 1 electrón que no forma enlace covalente, lo que hace su color oscuro y pueda conducir electricidad.



*sílice*

La sustancia (cuarzo o arena) es dura y aislante de la electricidad.

## 4.1. Propiedades de las sustancias covalentes

### Cristales

- ✓ Son sólidos a temperatura ambiente.
- ✓ Elevados puntos de fusión.
- ✓ Duros.
- ✓ No conducen la electricidad (salvo el grafito).

### Moleculares

- ✓ Pueden ser **sólidas**, **líquidas** o **gases** dependiendo de las fuerzas intermoleculares.
- ✓ **Bajos puntos de fusión y ebullición**, debido a la debilidad de las fuerzas intermoleculares.
- ✓ **Blandas y resistentes a los golpes**. Cuando se rayan o golpean solo se rompen fuerzas intermoleculares, no enlaces covalentes.
- ✓ En general, **no conducen la electricidad**.

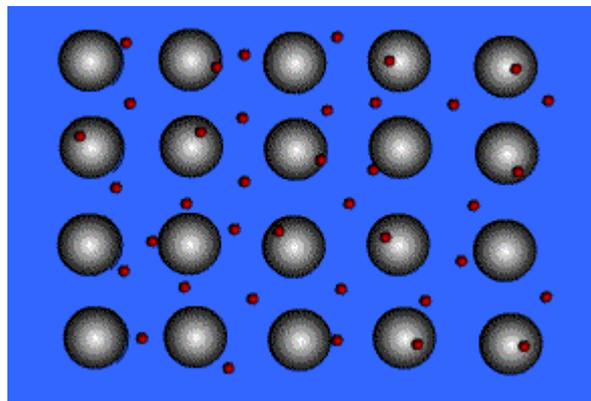
#### ACTIVIDADES

2. **Estudia la fórmula de los compuestos covalentes que resultan de la combinación de:**
  - a) Cl y O
  - b) H y S
  - c) Br y N
  - d) F y C
  
3. **El cloroformo y el agua oxigenada son compuestos covalentes de fórmula  $\text{CHCl}_3$  y  $\text{H}_2\text{O}_2$ , respectivamente. Dibuja la estructura de Lewis de cada uno de ellos.**

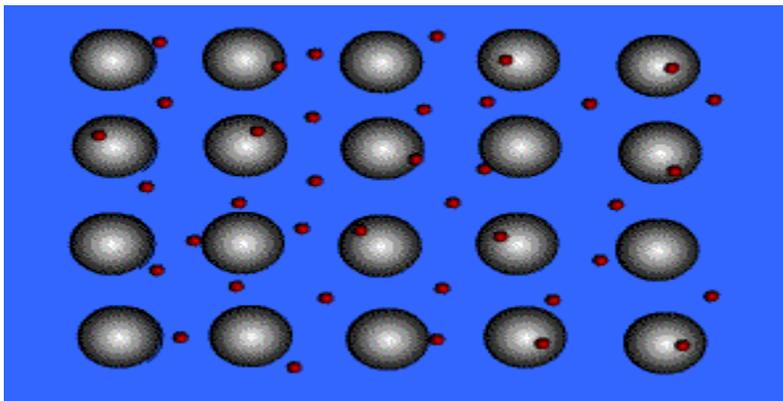
#### 5. Enlace metálico

- ☞ Los metales pierden los electrones de su capa de valencia para alcanzar la configuración de gas noble.
- ☞ Cuando se combinan muchos átomos, pierden sus electrones de valencia y forman una **nube electrónica** en la que se mantienen los cationes.

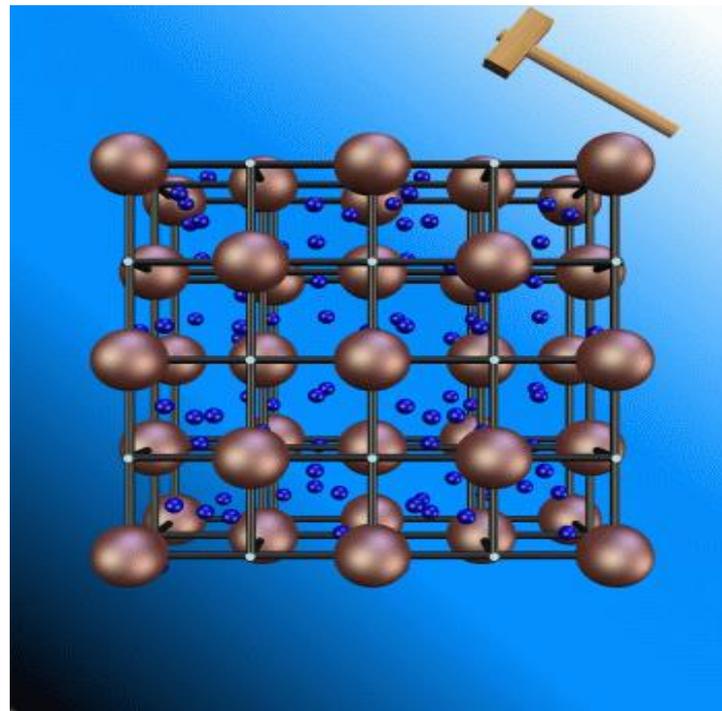
El **enlace metálico** se da cuando se combinan metales entre sí. Se debe a la atracción entre la nube que se forma con los electrones de valencia de los átomos y los iones positivos que quedan.



## Propiedades



- ✓ Casi todos son **sólidos** a temperatura ambiente.
- ✓ **Punto de fusión y ebullición más bajos** que los cristales iónicos y covalente.
- ✓ Su estructura cristalina es responsable del **brillo metálico**.
- ✓ **Buenos conductores del calor y la electricidad**.

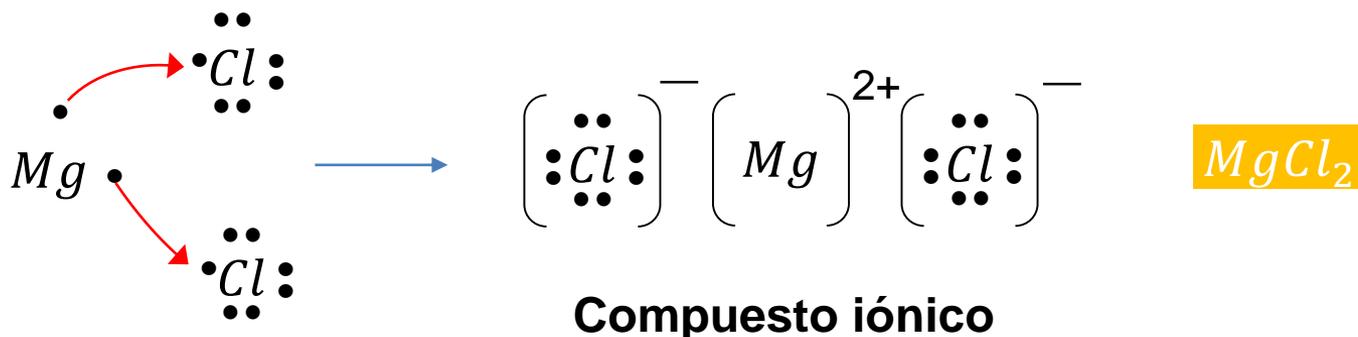


- ✓ Son **dúctiles y maleables** y se pueden rayar.

### Ejemplo resuelto

Razona el tipo de enlace que se da en las siguientes sustancias: a)  $MgCl_2$ ; b) Fe; c)  $NH_3$ .

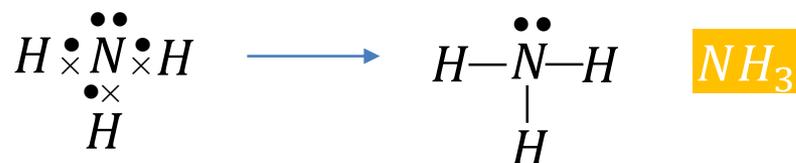
a) *Mg* es un metal del grupo 2 con dos electrones en la capa de valencia. El *Cl* un no metal del grupo 17 con siete electrones en la capa de valencia. Para adquirir la configuración de gas noble:



b) El Fe es un elemento del grupo 8. Es un metal de transición. Se da **enlace metálico**.

### Ejemplo resuelto

c) El N es un elemento del grupo 15, un no metal con 5 electrones en su capa de valencia. Necesita 3 electrones para completar la capa. El H tiene 1 electrón en su capa de valencia. Necesita 1 electrón para adquirir configuración de gas noble.



Tres enlaces covalentes

#### ACTIVIDADES

**4. Analiza el tipo de enlace que se da entre los átomos en las siguientes sustancias:**

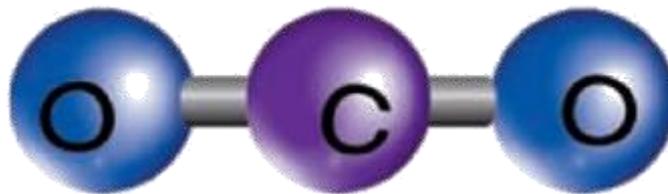
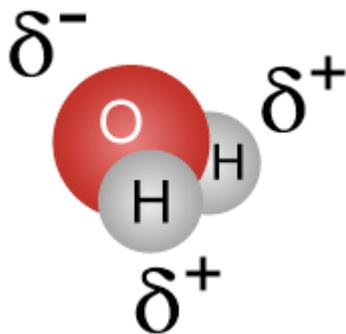
- a)  $\text{BaCl}_2$
- b)  $\text{SO}$
- c)  $\text{Mg}$
- d)  $\text{HF}$
- e)  $\text{NaF}$
- f)  $\text{NF}_3$
- g)  $\text{CO}_2$
- h)  $\text{Cs}$

#### 6. Enlace con moléculas

- ✓ Las sustancias moleculares pueden aparecer en estado sólido o líquido dependiendo de los enlaces entre sus moléculas.
- ✓ En las sustancias gaseosas las fuerzas intermoleculares son menos intensas.

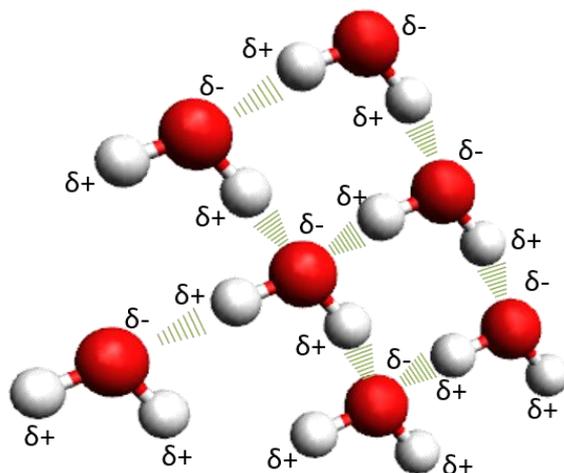
Son **moléculas polares** aquellas que tienen una parte con mayor densidad de electrones, el polo negativo, y otra parte con menor densidad de electrones, el polo positivo (HCl, H<sub>2</sub>O).

Son **moléculas apolares** aquellas que tienen los electrones repartidos por igual; por eso no tienen polos (Cl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).



### 6.1. Enlaces intermoleculares

- ☞ Los **enlaces intermoleculares** son enlaces químicos entre moléculas iguales o diferentes.
- ☞ Son más **débiles** que los enlaces entre los átomos.
- ☞ Los enlaces entre moléculas polares son más fuertes que entre moléculas apolares, que suelen ser gaseosas.
- ☞ Algunas moléculas polares, como el agua, presentan enlaces intermoleculares más fuertes debido al enlace O – H o N – H, que se llama **punto de hidrógeno**.

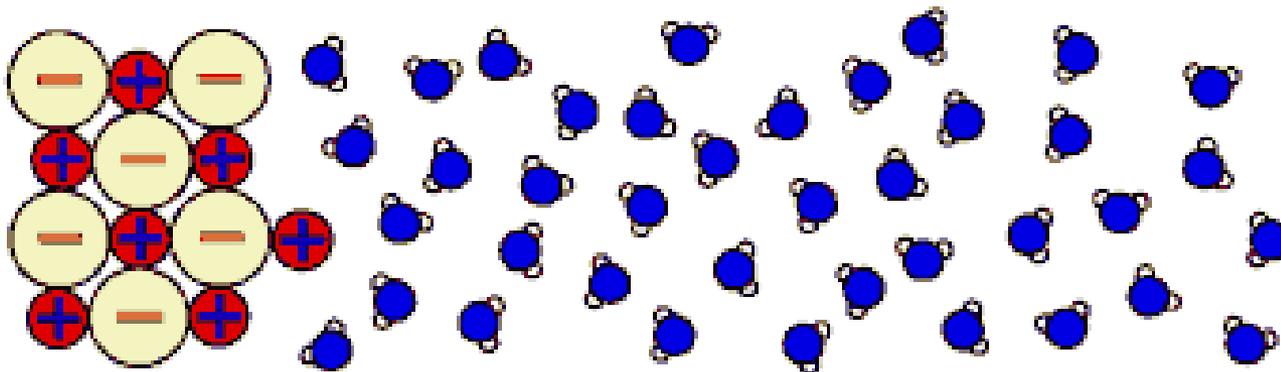


**ACTIVIDADES**

5. Indica si las siguientes moléculas son polares o apolares:
- $N_2$
  - IF
  - $O_2$
  - $H_2$
  - HBr
6. La molécula de  $CO_2$  es apolar, mientras que la de  $SCl_2$  es polar. ¿Qué puedes decir de la geometría de cada una de ellas?
7. Explica por qué, a temperatura ambiente, el  $F_2$  y el  $Cl_2$  son gases, el  $Br_2$  es un líquido volátil y el  $I_2$  es un sólido que se sublima con facilidad.

### 6.2. Las moléculas y la solubilidad de los compuestos iónicos

Muchos compuestos iónicos se disuelven en agua gracias a los enlaces que se establecen entre la molécula de agua y los iones.



Los disolventes con moléculas apolares como la gasolina o aceite, no pueden disolver compuestos iónicos.

### 6.3. La solubilidad de las sustancias covalentes



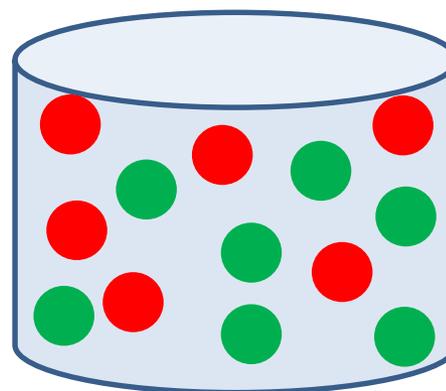
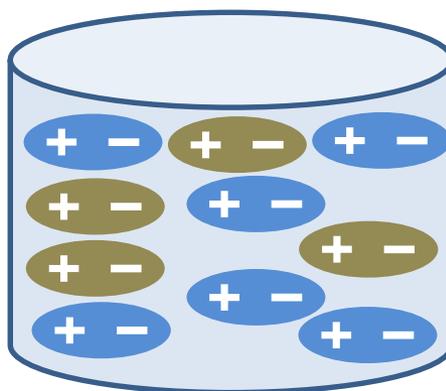
Agua y alcohol



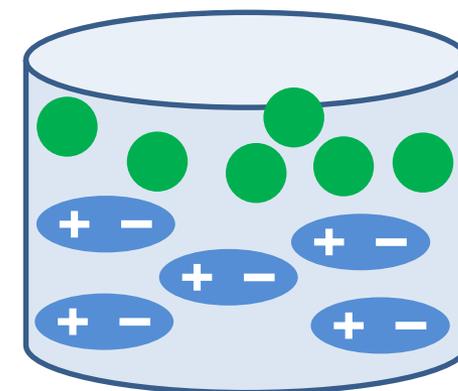
Aceite y gasolina



Agua y aceite



Se mezclan

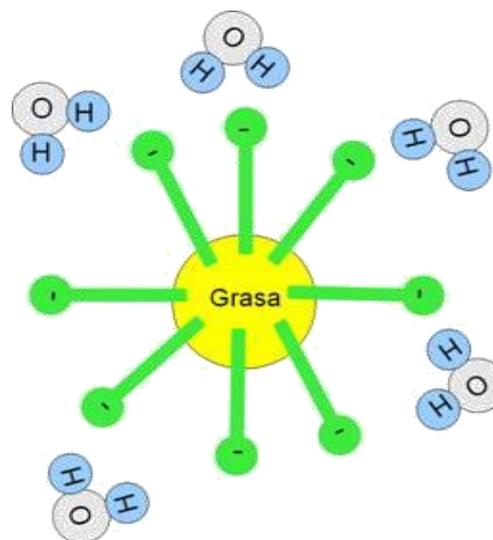
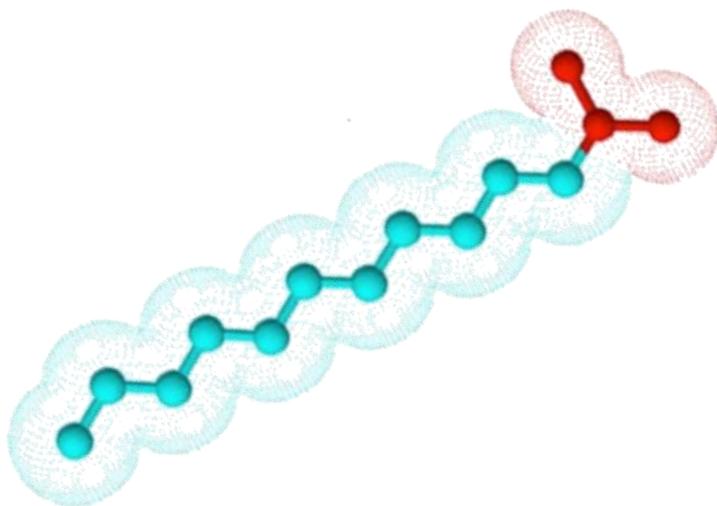


No se mezclan

### 6.3. La solubilidad de las sustancias covalentes

Cuando se mezclan sustancias de polaridad semejante, se forman mezclas homogéneas o disoluciones. Una sustancia polar no se disuelve en un disolvente apolar o viceversa.

- ☞ Para mezclar un líquido polar con un líquido apolar hace falta una tercera sustancia cuya molécula tenga una parte polar y otra apolar (jabón).



### ACTIVIDADES

8. Explica si es posible que la sal se disuelva en aceite.
9. ¿En qué se disuelve mejor el yodo, en agua o en aceite? Explícalo.

## 7. Propiedades de las sustancias y enlace

**Estado físico**

- ✓ A temperatura ambiente, todas las sustancias cristalinas son sólidas.
- ✓ Su punto de fusión depende de la fortaleza del enlace.
- ✓ Los sólidos covalentes y los iónicos tienen la temperatura de fusión más alta, y los metales, más baja.
- ✓ Las sustancias moleculares estarán en estado sólido, líquido o gas, dependiendo de la fortaleza de sus enlaces intermoleculares. En general tienen puntos de fusión y ebullición bajos.

**Dureza y fragilidad**

- ✓ Las sustancias cristalinas son más duras y frágiles que las moleculares.
- ✓ Los cristales covalentes y los iónicos son más duros que los metálicos.

**Conductividad eléctrica**

- ✓ Solo pueden conducir la electricidad las sustancias que tienen cargas que se pueden mover: Compuestos iónicos fundidos o en disolución y los metales.
- ✓ Las sustancias covalentes, en general, son aislantes.

**Solubilidad**

- ✓ Algunos compuestos iónicos se disuelven en disolventes polares. Las sustancias moleculares se disuelven en otras de polaridad semejante.

## 7. Propiedades de las sustancias y enlace

### Ejemplo resuelto

Relaciona cada sustancia con la propiedad más adecuada

Oro	A. Sólido que no se disuelve en ningún disolvente.
$\text{CaCl}_2$	B. Sólido que se disuelve en agua.
$\text{I}_2$	C. Conductor eléctrico en estado sólido.
$(\text{CHCl}_2)$ cloroformo	D. Líquido volátil y oloroso.
$\text{SiO}_2$	E. Sólido soluble en disolventes apolares.

- **Oro.** Es un elemento metálico. Sus átomos están unidos por enlace metálico. Por tanto, conduce la electricidad en estado sólido (C).
- **$\text{CaCl}_2$ .** Unión de metal (Ca) con un no metal (Cl). Iónico, sólido y se disuelve en agua (B).
- **$\text{I}_2$ .** Es apolar. Se disuelve en disolventes apolares (E).
- **$\text{CHCl}_2$ .** Es un líquido volátil y oloroso y debe ser una sustancia molecular (D).
- **$\text{SiO}_2$ .** Es un sólido cristalino covalente, no se disuelve en ningún disolvente (A).

### ACTIVIDADES

**10. De las sustancias que se relacionan en el ejercicio resuelto anterior, elige, razonadamente:**

- a) ¿Cuál es el sólido más duro y cuál es el sólido más blando?
- b) Qué sustancias pueden conducir la electricidad.
- c) Qué sustancias no conducen la electricidad en ninguna circunstancia.
- d) Qué sustancias tienen sus átomos unidos mediante enlaces covalentes.