

UNIDAD III

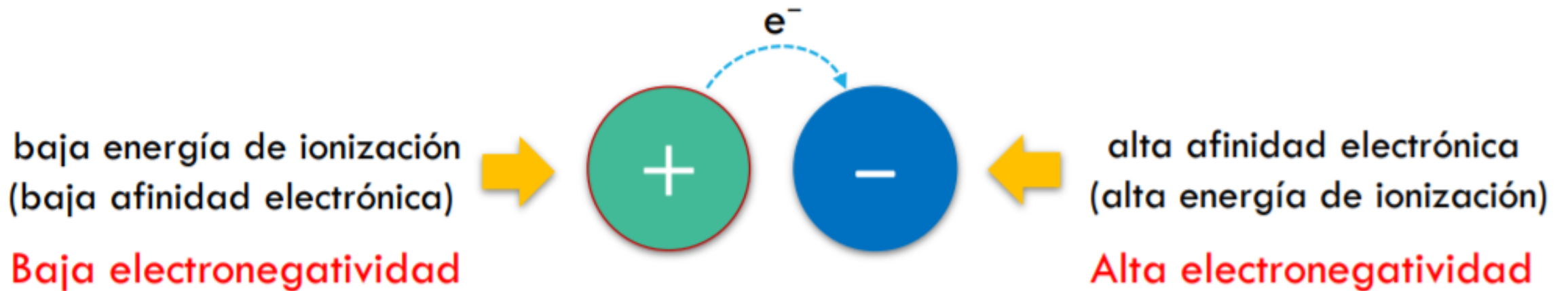
ENLACE QUÍMICO

- 3.1 Tipos de enlaces químicos: iónico, covalente y metálico.
- 3.2 **Propiedades de compuestos iónicos y covalentes. Electronegatividad.**
- 3.3 Enlace iónico. Número de oxidación.
- 3.4 Enlaces covalentes polares y no polares.
- 3.5 Fórmulas de puntos de Lewis de iones poliatómicos y moléculas.
- 3.6 La regla del octeto y sus excepciones.
- 3.7 Concepto de resonancia.
- 3.8 Geometría molecular y momento dipolar.
- 3.9 Fuerzas intermoleculares.
- 3.10 Nomenclatura de compuestos inorgánicos: IUPAC y STOCK.

Propiedades de Compuestos Iónicos

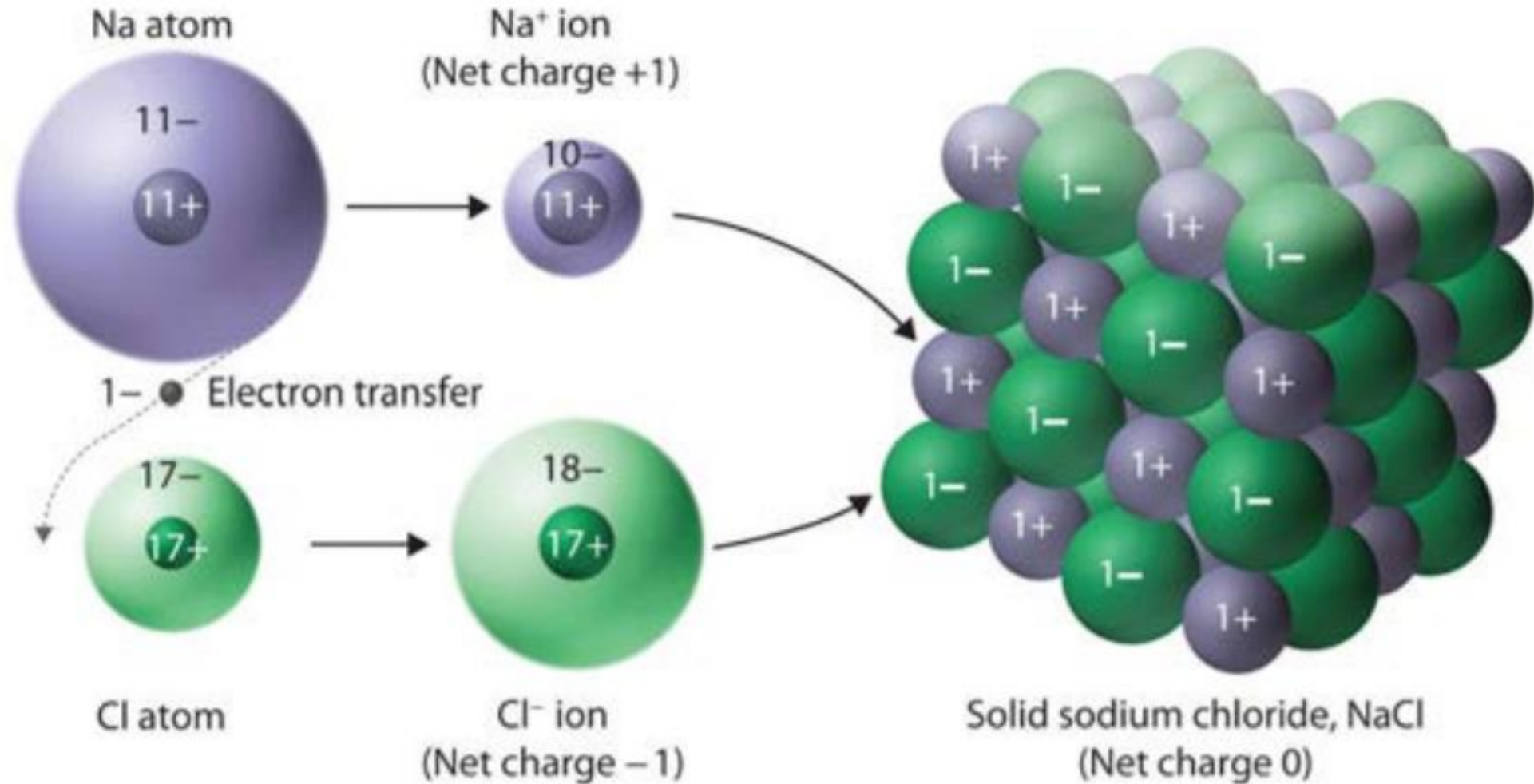
Formación de compuestos iónicos

- La formación de enlaces iónicos ocurre por transferencia de electrones y la consecuente atracción electrostática entre los iones.



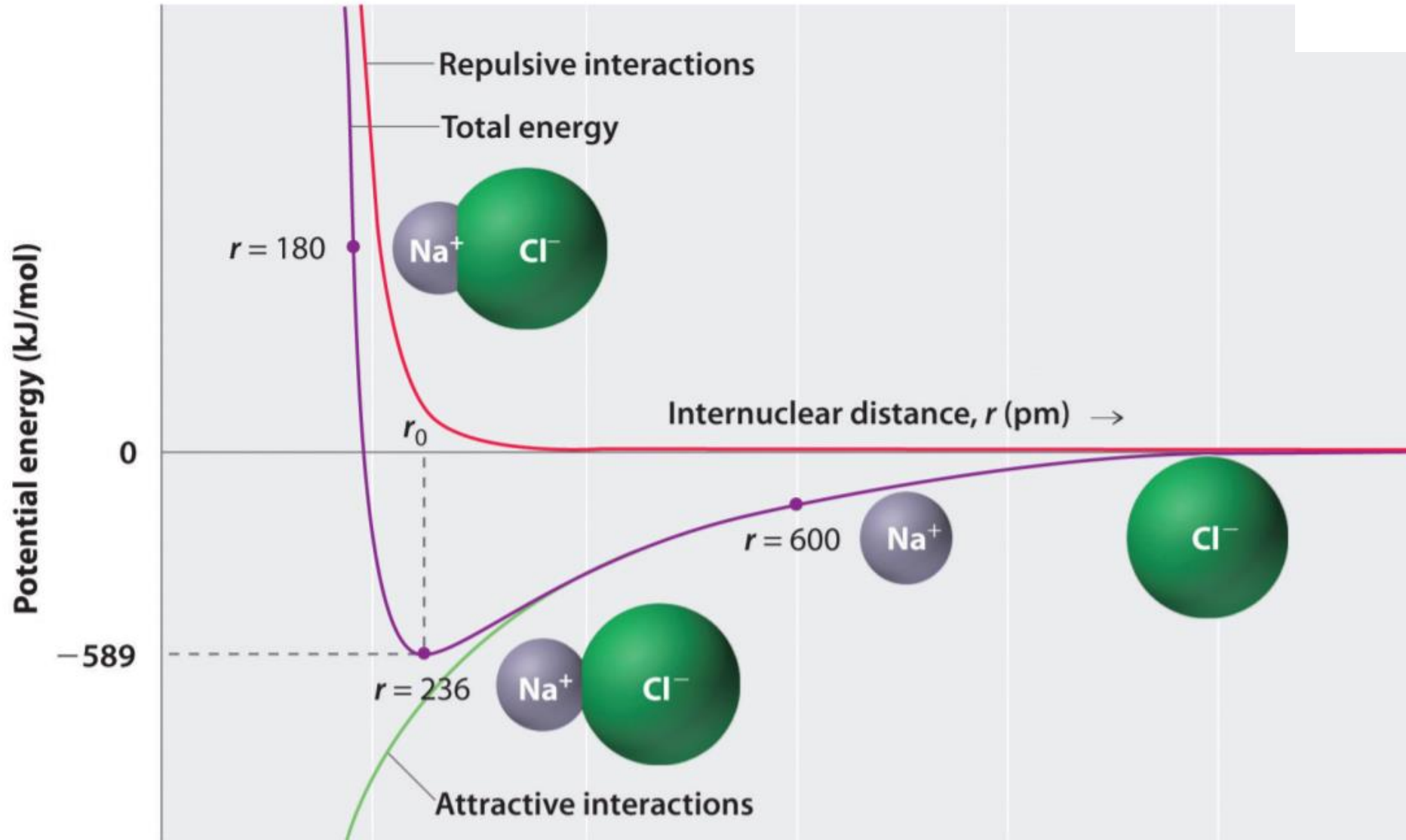
Ej: NaCl, LiF, MgCl₂, CaO, Li₂O, Al₂O₃, Mg₃N₂

Formación de compuestos iónicos

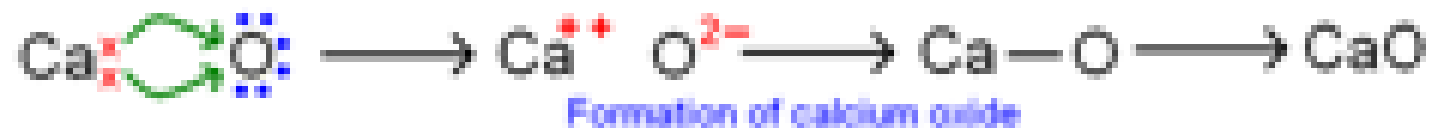
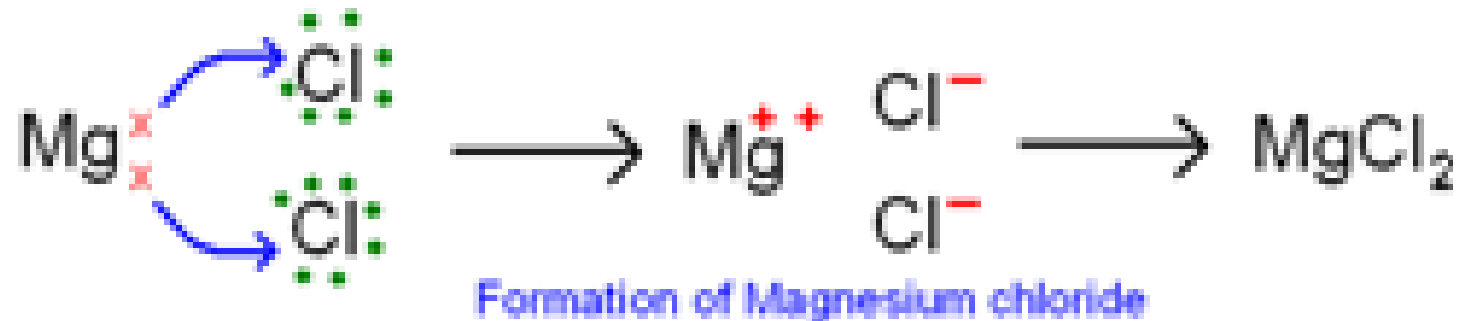
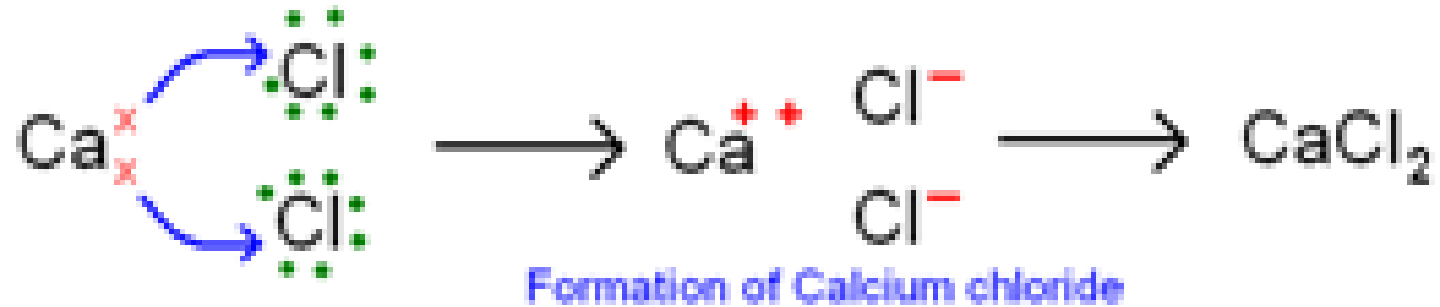


Formación de compuestos iónicos

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

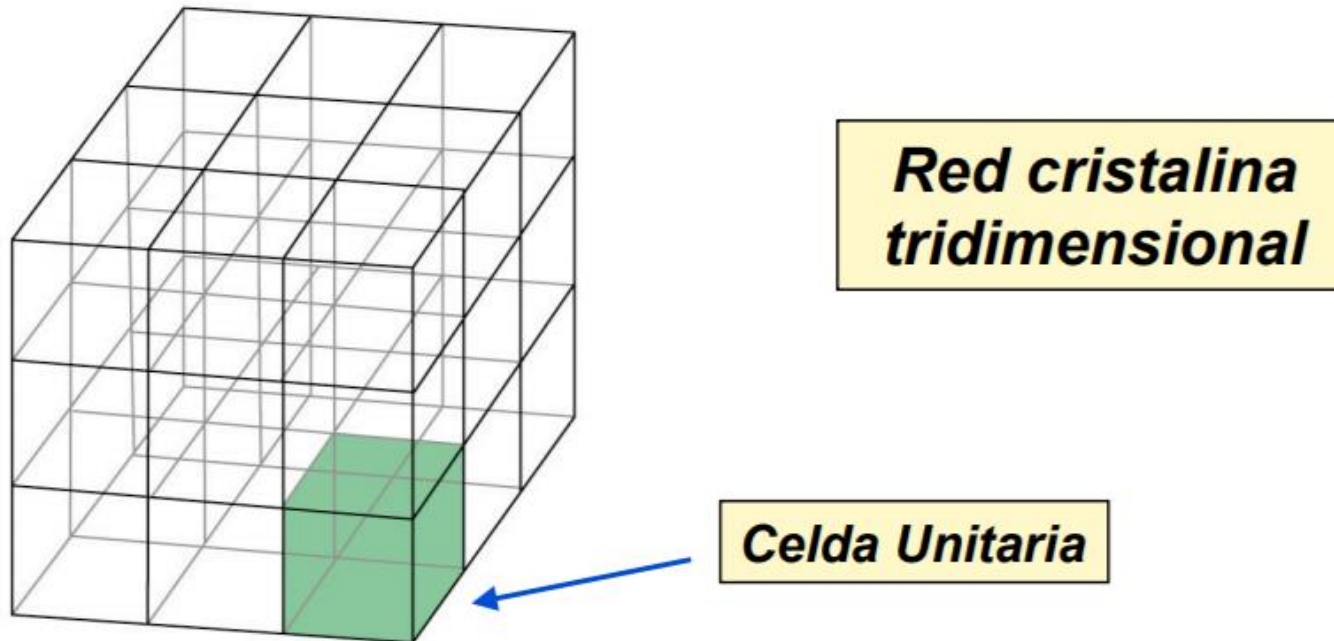


Formación de compuestos iónicos



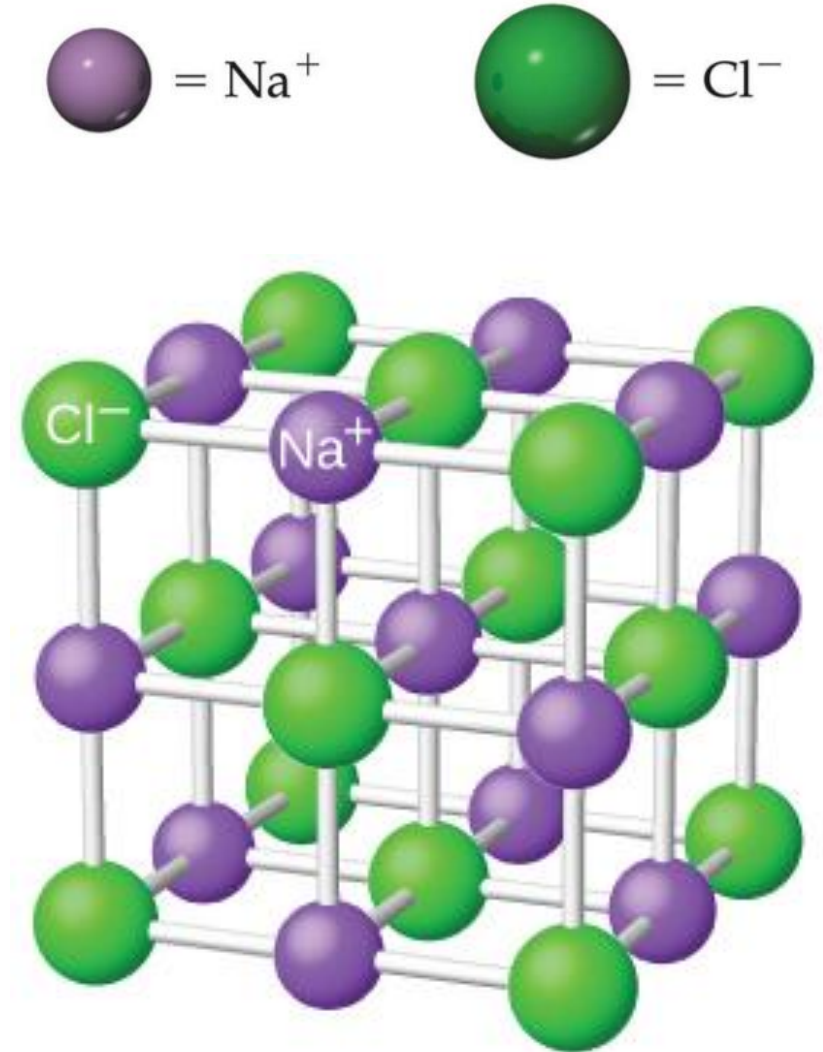
Redes cristalinas

- Los compuestos iónicos no forman moléculas aisladas, sino redes cristalinas. En ellas los iones se ubican para maximizar las atracciones electrostáticas, responsables de la sustentación de la red.
- Un sólido iónico es una distribución tridimensional ordenada de cationes y aniones que se mantienen unidos por la acción de fuerzas electrostáticas.
- La relación más simple representa la **fórmula unidad**.



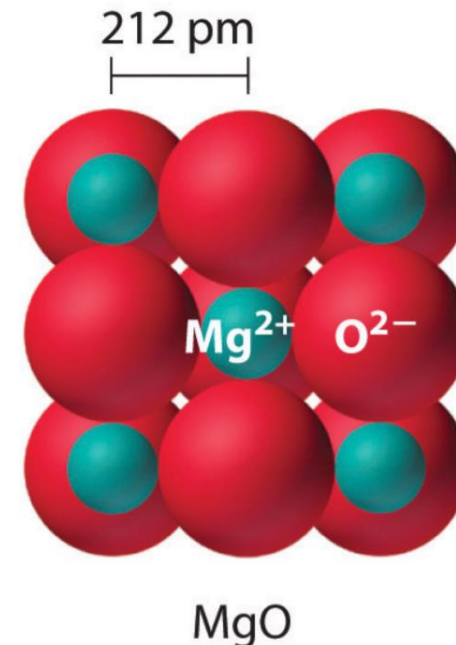
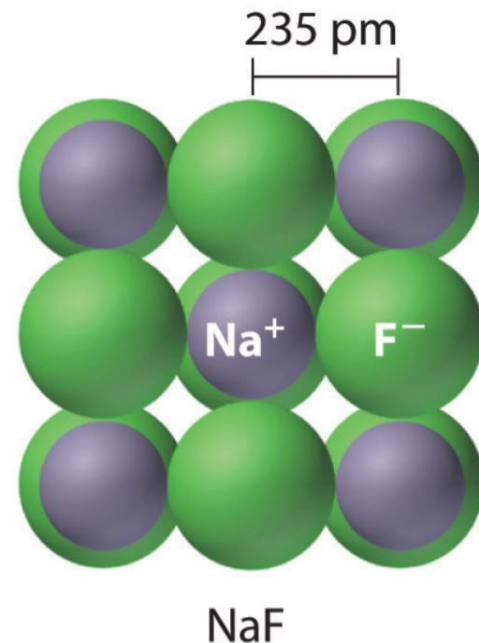
Redes cristalinas

- Los iones se consideran como esferas cargadas, incompresibles y no polarizables.
- Los iones se rodean del mayor número de contraiones (iones de carga contraria) posible y de la forma más compacta.
- La ratio catión/anión debe reflejar la composición química del compuesto.
- Es importante notar que la fórmula para un compuesto iónico no representa la disposición física de sus iones. Es incorrecto referirse a una “molécula” de cloruro de sodio (NaCl) porque no hay un solo enlace iónico en si entre ningún par específico de iones de sodio y cloruro.

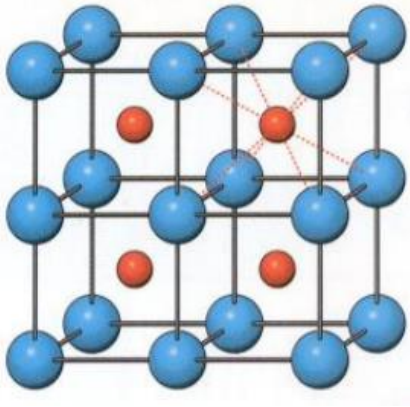


Redes cristalinas

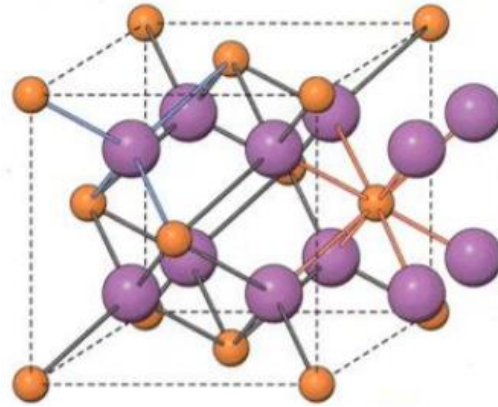
- Los compuestos iónicos **binarios** están compuestos de solo dos elementos: un metal (que forma los cationes) y un no metal (que forma los aniones). Por ejemplo, el NaCl es un compuesto iónico binario.
- Las fuerzas atractivas entre los iones son isotrópicas, las mismas en todas las direcciones, lo que significa que cualquier ión en particular se siente igualmente atraído por todos los iones cercanos de carga opuesta. Esto da como resultado que los iones se acomodan en una estructura reticular tridimensional estrechamente unida. El cloruro de sodio, por ejemplo, consiste en una disposición regular de números iguales de cationes Na^+ y aniones Cl^- .



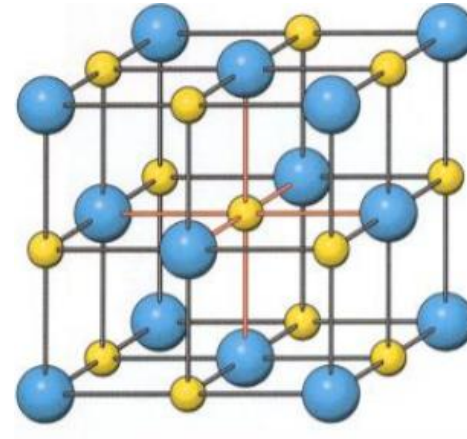
Redes cristalinas



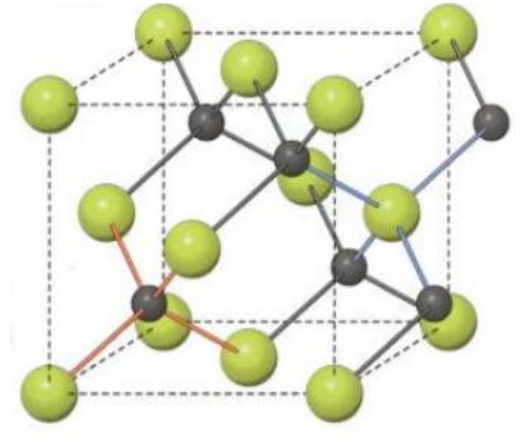
Cloruro de Cesio
(CsCl)



Fluoruro de Calcio
(CaF₂)



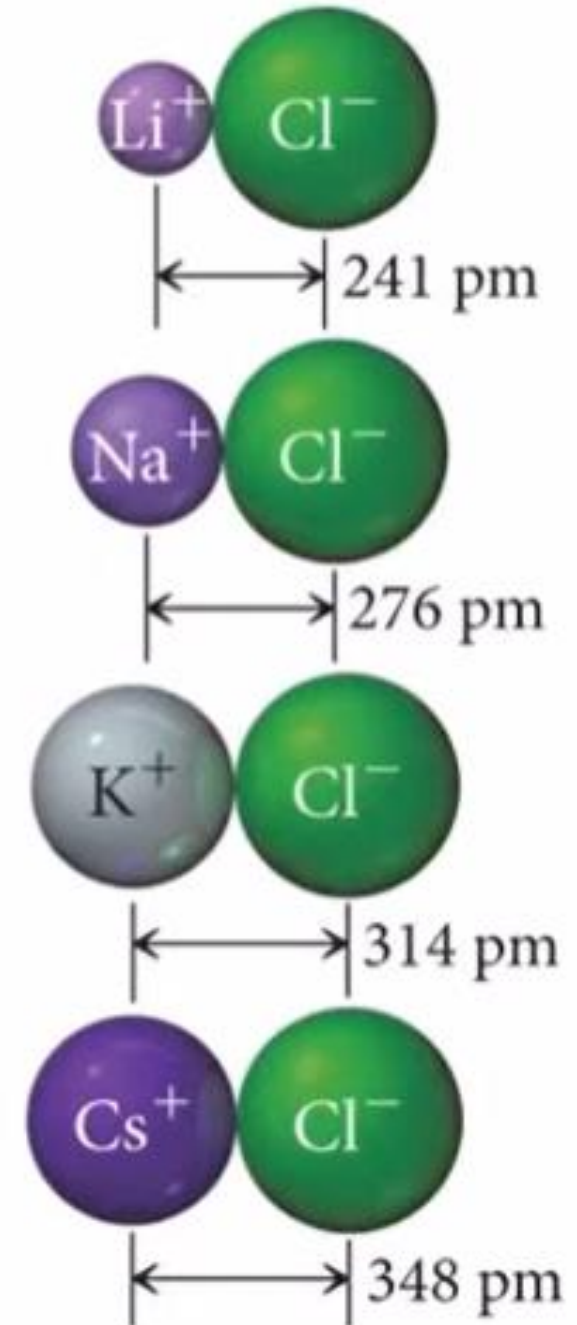
Cloruro de Sodio
(NaCl)

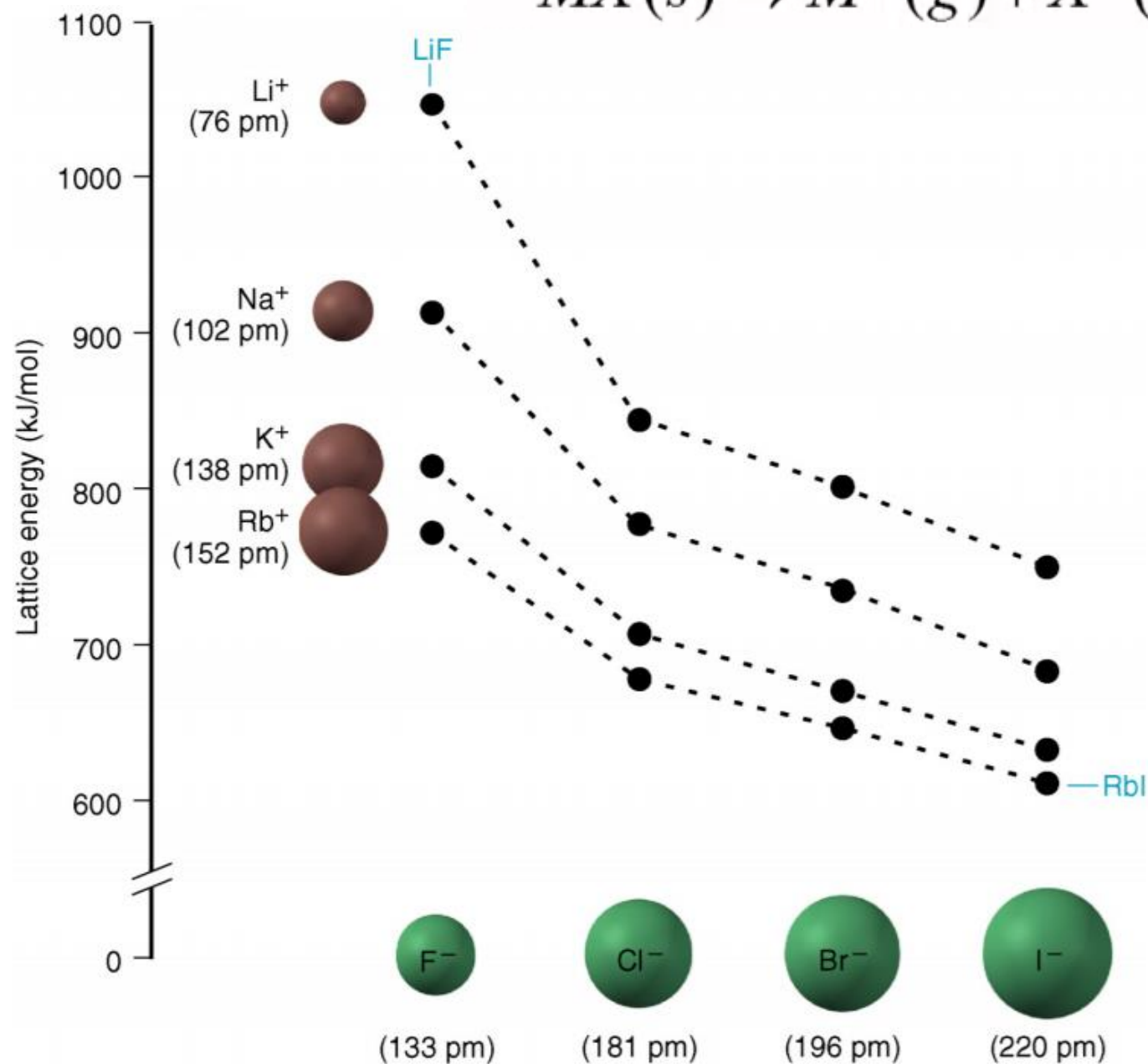
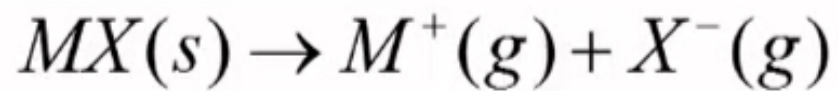


Sulfuro de Cinc
(ZnS)

Redes cristalinas

Metal Chloride	Lattice Energy kJ/mol
LiCl	−834
NaCl	−788
KCl	−701
CsCl	−657





Compound	Lattice Energy (kJ mol ⁻¹)
NaF	910
NaCl	787
NaBr	732
NaI	682
KF	808
KCl	701
KBr	671
KI	600
MgCl ₂	2326
SrCl ₂	2127
MgO	3795
CaO	3414
SrO	3217
ScN	7547

Estado de agregación

- Son sólidos a temperatura ambiente, debido a que la fuerte atracción existente entre iones de signo contrario hace que las posiciones de los iones sean fijas, y haya poca movilidad de las partículas.



Sal común
(NaCl)



Fluorita
(CaF₂)



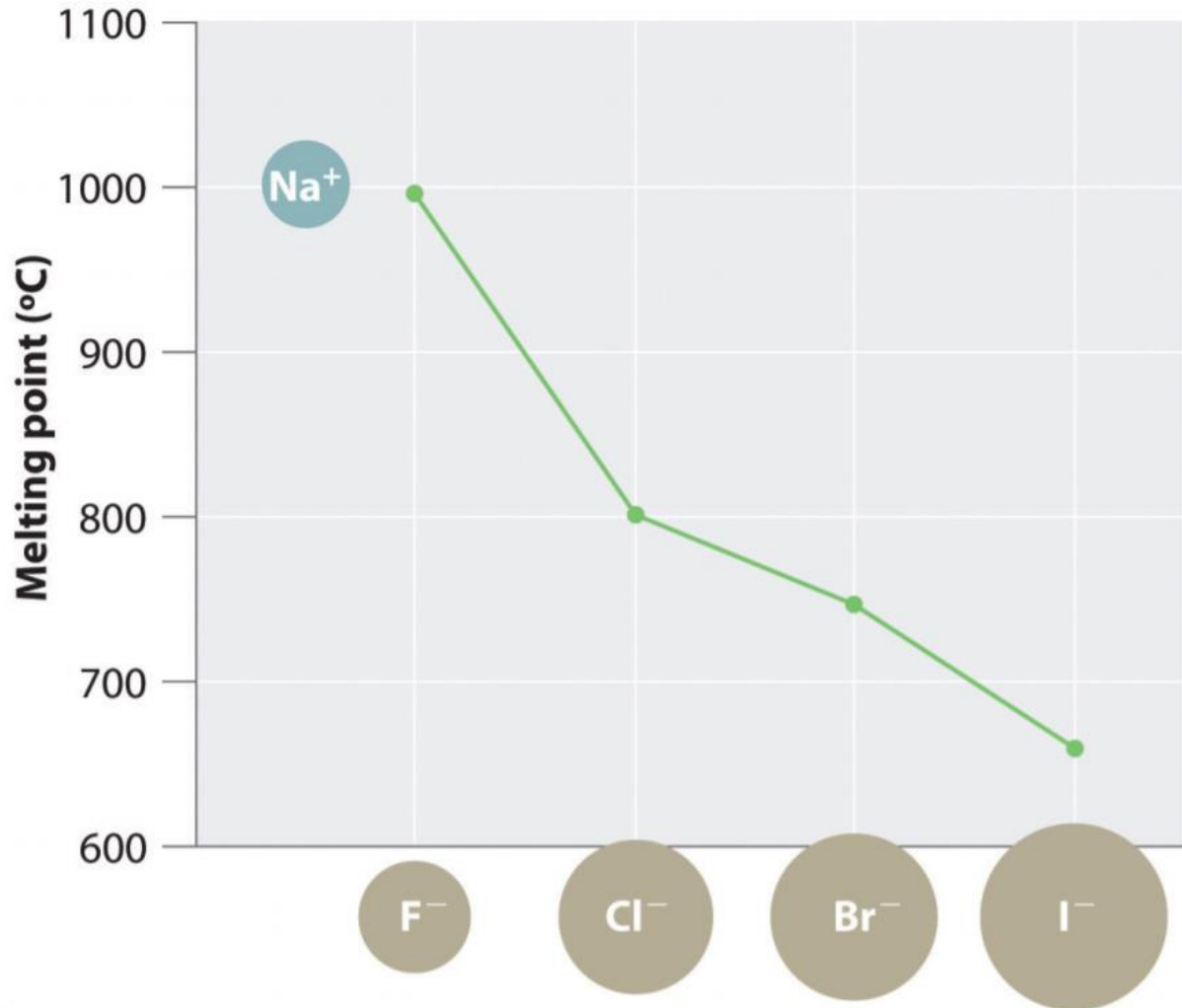
Óxido de cobre
(Cu₂O)

Tendencias en los puntos de fusión

- El proceso de fusión implica vencer parcialmente las atracciones electrostáticas entre los iones y permitir su libre movimiento en fase líquida.
- Los compuestos iónicos tienen puntos de fusión altos, lo que indica que el enlace iónico es bastante fuerte.

METALES		NO METALES		FORMULA GENERAL	IONES PRESENTES	EJEMPLO	P.F. (°C)
I A	+	VII A	→	MX	(M ⁺ ; X ⁻)	LiBr	547
II A	+	VII A	→	MX ₂	(M ²⁺ ; 2X ⁻)	MgCl ₂	708
III A	+	VII A	→	MX ₃	(M ³⁺ ; X ⁻)	GaF ₃	800 (subl)
I A	+	VI A	→	M ₂ X	(2M ⁺ ; X ⁻²)	Li ₂ O	>1700
II A	+	VI A	→	MX	(M ²⁺ ; X ⁻²)	CaO	2680
III A	+	VI A	→	M ₂ X ₃	(2M ³⁺ ; 3X ⁻²)	Al ₂ O ₃	2045
I A	+	V A	→	M ₃ X	(3M ⁺ ; X ⁻³)	Li ₃ N	843
II A	+	V A	→	M ₃ X ₂	(3M ²⁺ ; 2X ⁻³)	Ca ₃ P ₂	≈1600
III A	+	V A	→	MX	(M ³⁺ ; X ⁻³)	AlP	

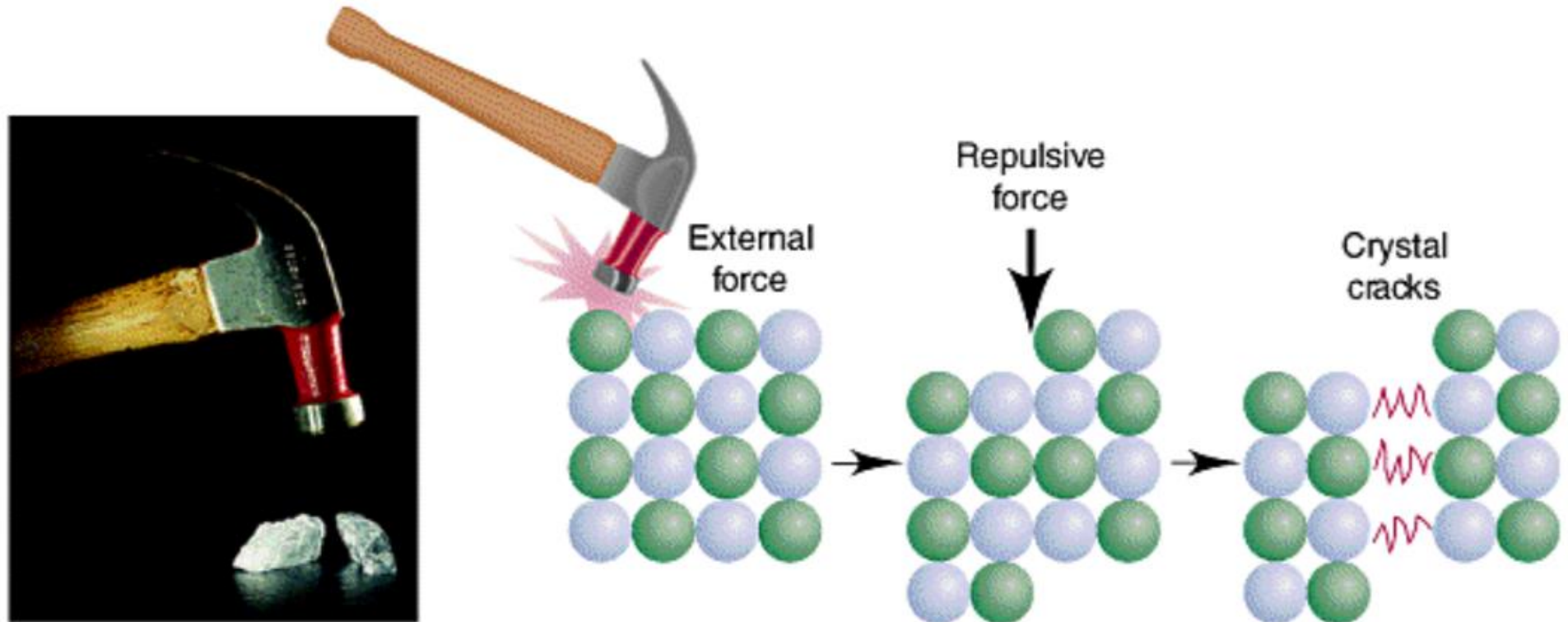
Tendencias en los puntos de fusión



- Según un modelo puramente electrostático, cuanto más pequeño es un ion, mayor es su densidad de carga y más alto será su punto de fusión.

Fragilidad

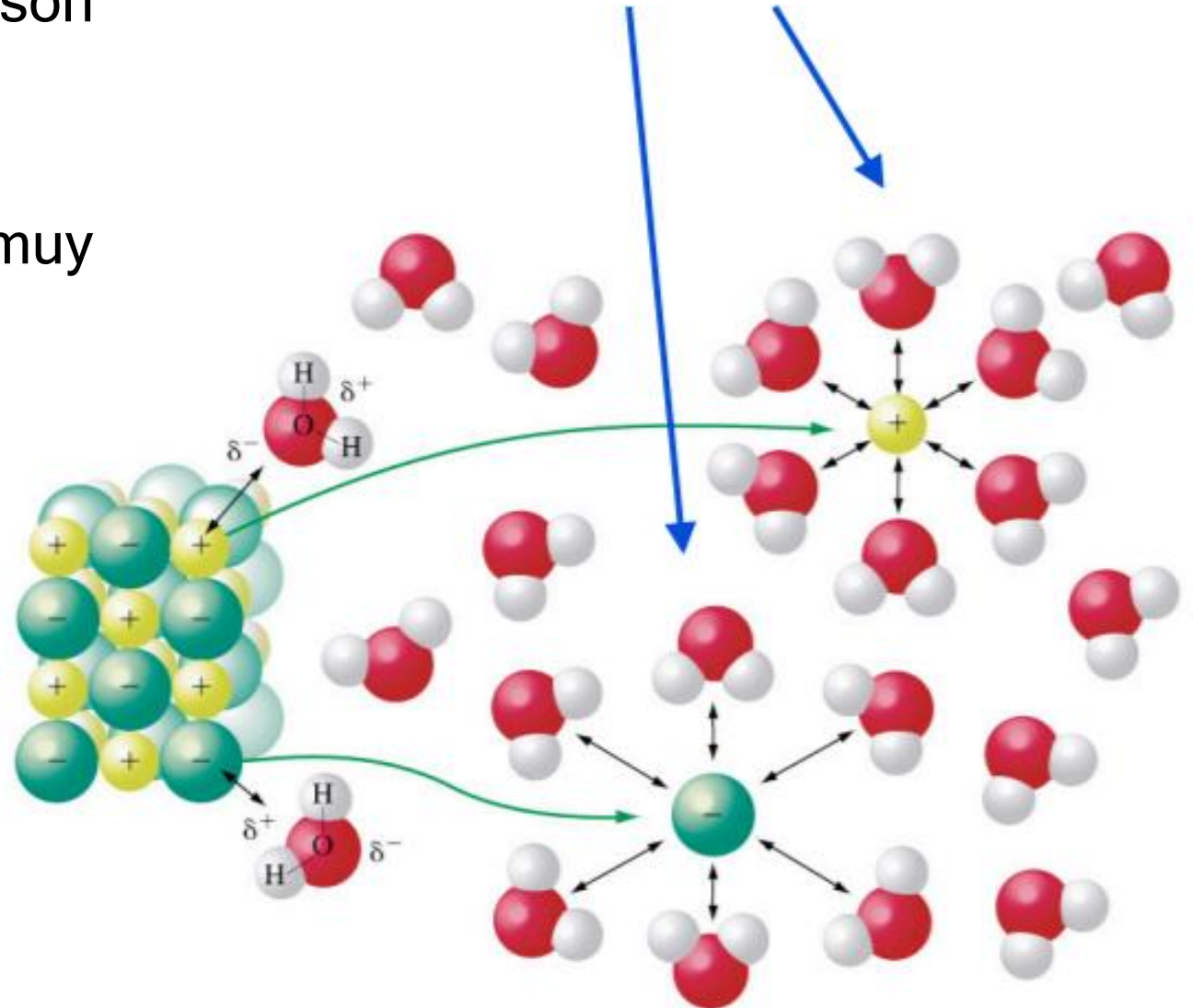
- Que sean frágiles significa que no pueden deformarse apreciablemente sin romperse.
- A diferencia de las estructuras de los metales, el desplazamiento provoca aparición de fuertes repulsiones entre cationes y aniones destruyendo la estructura ordenada.



Solubilidad

- En general, los compuestos iónicos son solubles en agua (disolvente polar).
- Hay excepciones: el AgCl es una sustancia iónica, y, sin embargo, es muy poco soluble en agua.

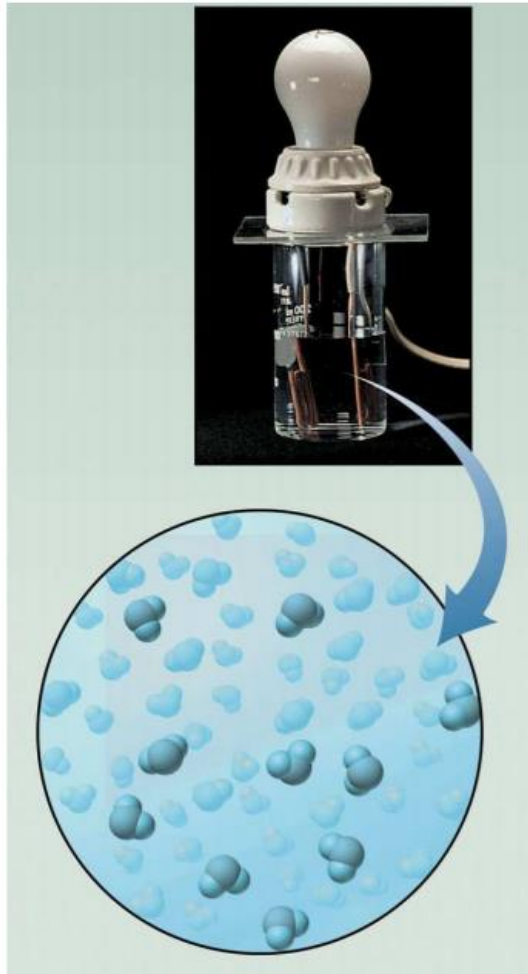
Iones solvatados por
moléculas de agua



Conductividad

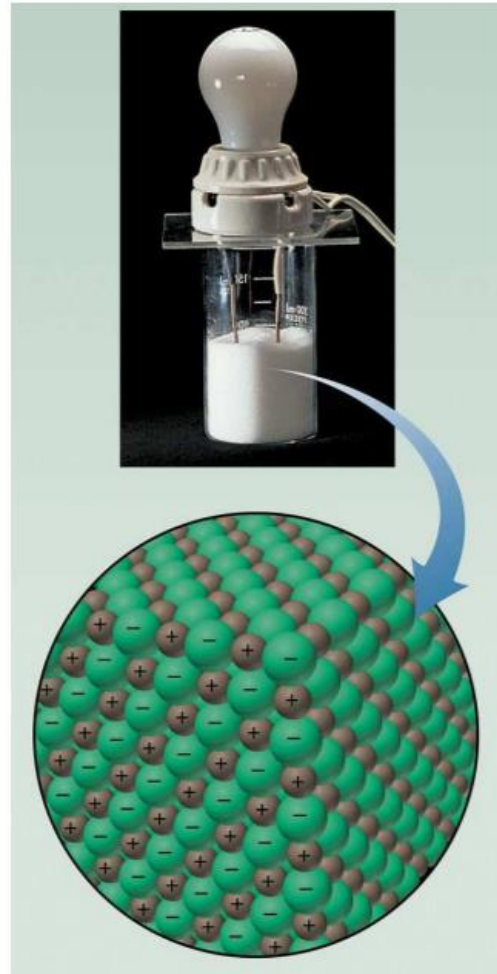
- No conducen la corriente eléctrica en estado sólido, pero si cuando están fundidos o disueltos en agua.

Agua Destilada



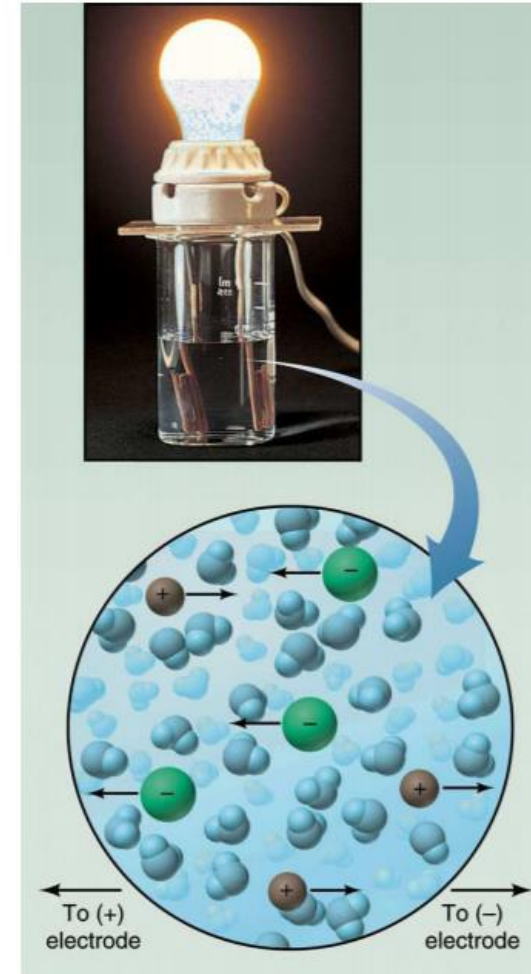
No conduce la electricidad

Compuesto iónico sólido



No conduce la electricidad

Compuesto iónico disuelto en agua



Los iones separados en disolución se mueven hacia los electrodos. Se produce conducción de electricidad

Resumiendo:

- Las sustancias que se forman por enlace iónico no son moleculares, sino cristalinas.
- Son sólidos a temperatura ambiente, debido a que la fuerte atracción existente entre iones de signo contrario hace que las posiciones de los iones sean fijas, y haya poca movilidad de las partículas.
- Presenten altos puntos de fusión y ebullición, debido a que se requiere mucha energía para romper las intensas fuerzas de enlace iónico.
- Son duros, entendiéndose por dureza como la oposición que ofrece un material a ser rayado. El rayado supone la ruptura de enlaces por procedimiento mecánico, lo cual resulta difícil debido a la estabilidad de la estructura cristalina.
- Son quebradizos: se fracturan al golpearlos, formando cristales de menor tamaño. Al golpear el cristal se desplazan los iones, quedando enfrentados los de igual carga, que se repelen.
- Muchos compuestos iónicos, pero no todos, son solubles en agua.
- Los sólidos iónicos no conducen la electricidad, puesto que los iones tienen posiciones fijas. Sin embargo, llegan a ser buenos conductores cuando están disueltos en agua (electrolitos) o fundidos, ya que entonces los iones son libres para moverse por el líquido pudiendo conducir la corriente eléctrica.

Propiedades de Compuestos Covalentes



Cl₂

- 3 shells, covalent radius = 100 pm
- bond length = 199 pm (**r = 199**)
- bond energy = 243 kJ mol⁻¹

Br₂

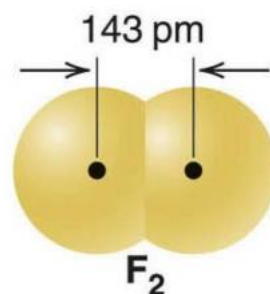
- 4 shells, covalent radius = 114 pm
- bond length = 228 pm (**r = 228**)
- bond energy = 193 kJ mol⁻¹

I₂

- 5 shells, covalent radius = 133 pm
- bond length = 266 pm (**r = 266**)
- bond energy = 151 kJ mol⁻¹

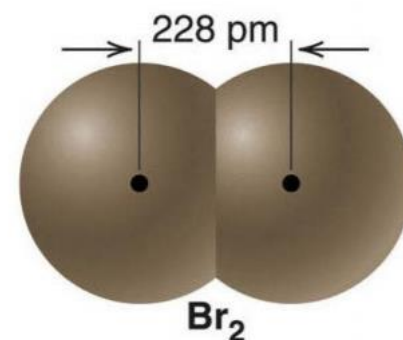
Internuclear distance
(bond length)

Covalent
radius



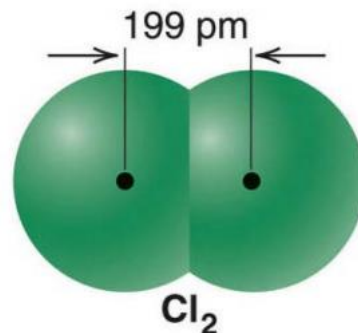
Internuclear distance
(bond length)

Covalent
radius



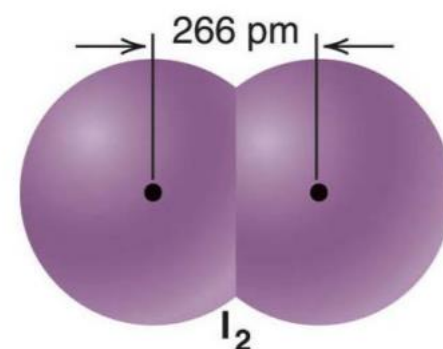
Internuclear distance
(bond length)

Covalent
radius



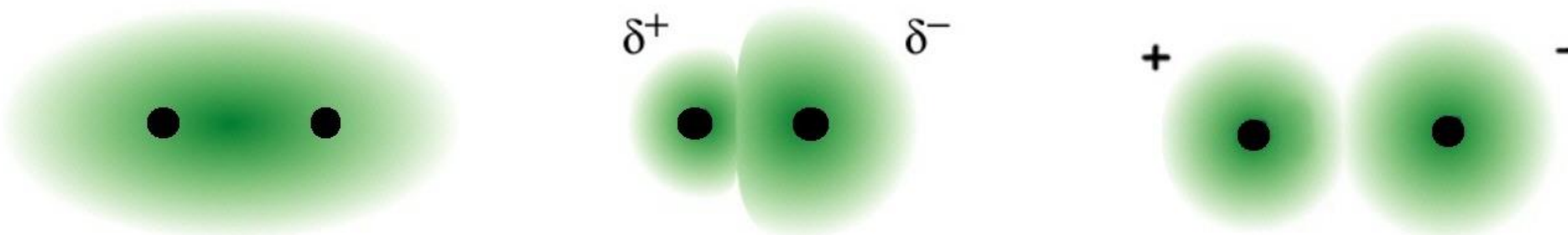
Internuclear distance
(bond length)

Covalent
radius

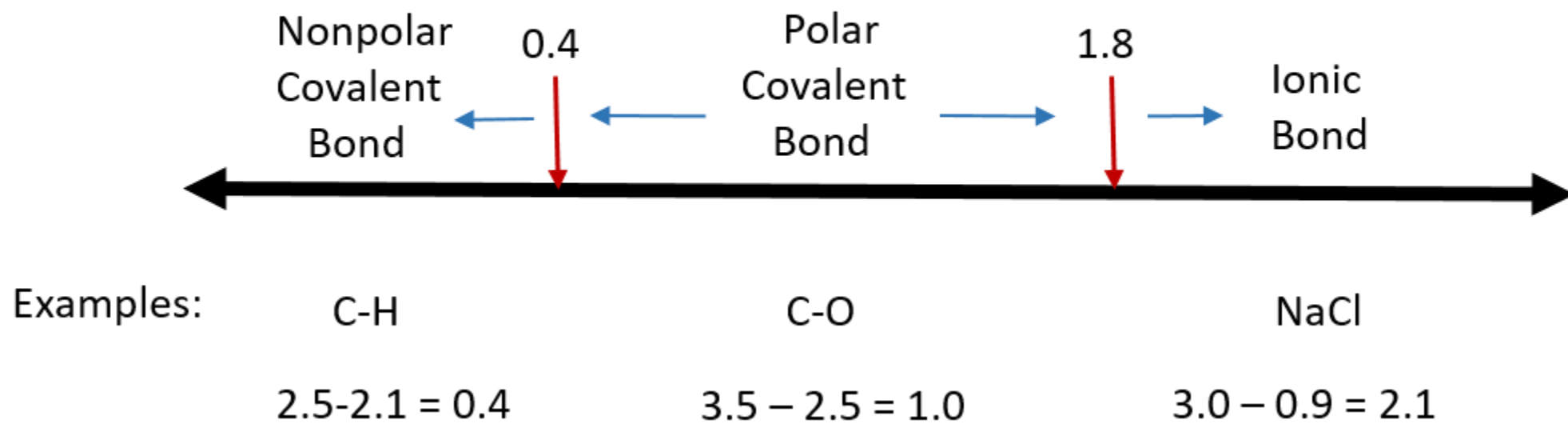


F ↙ as **r** ↗



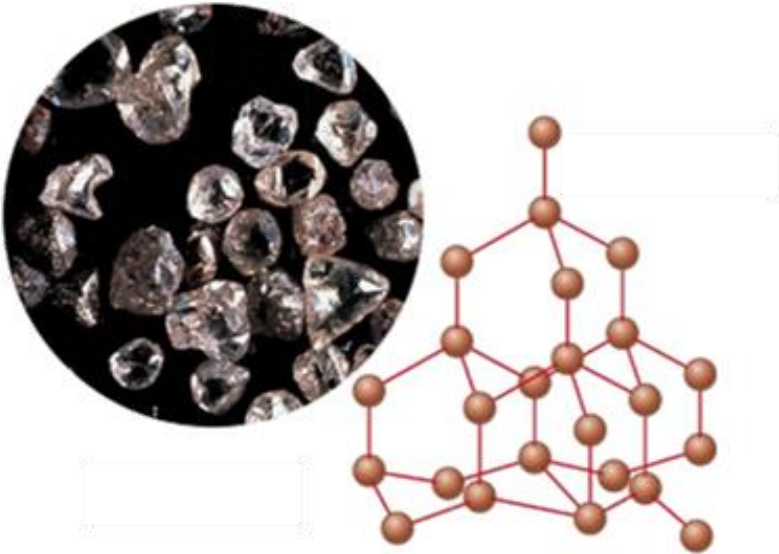


Electronegativity Difference



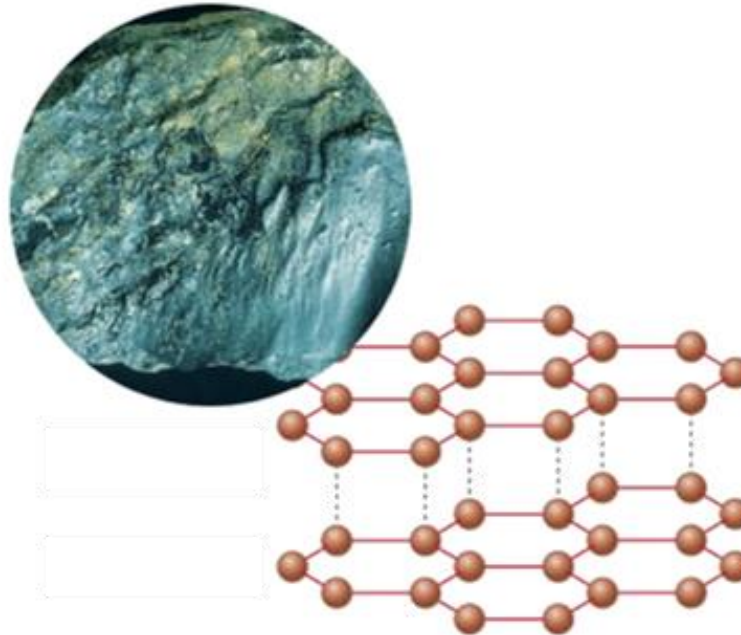
Propiedades de compuestos covalentes

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



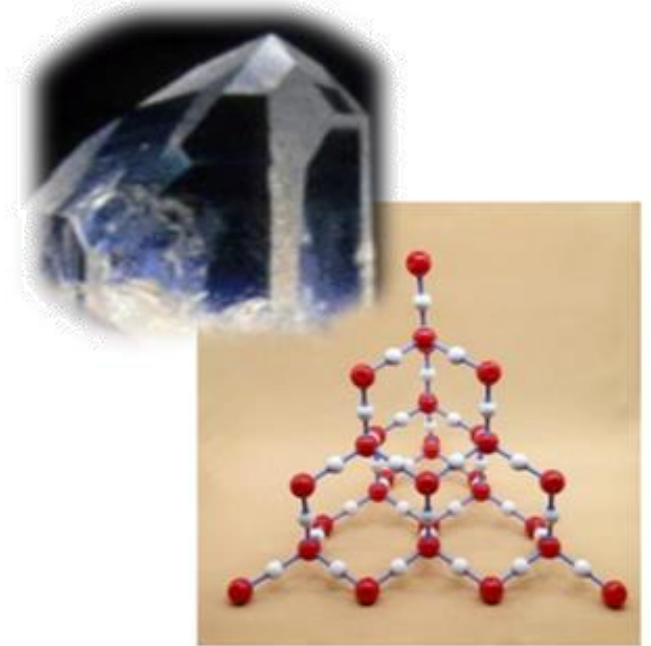
diamante

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.

Solubilidad de compuestos covalentes



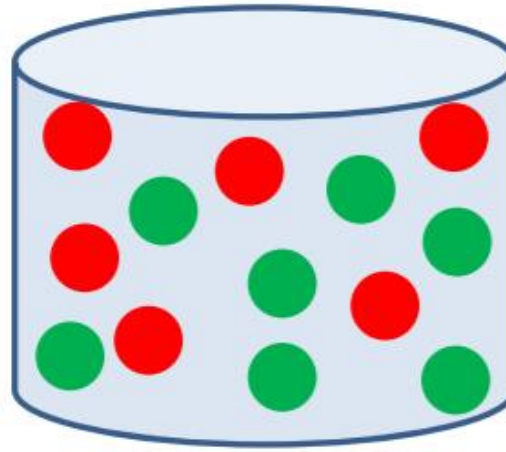
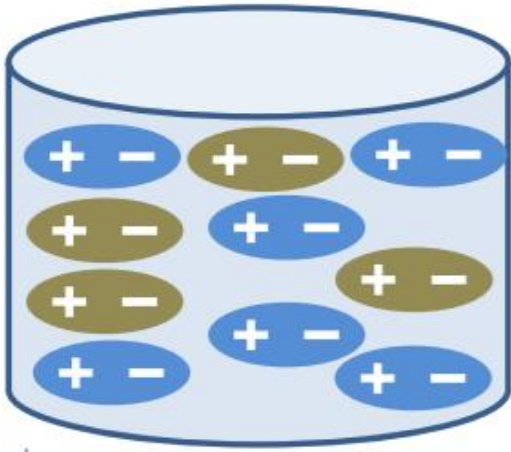
Agua y alcohol



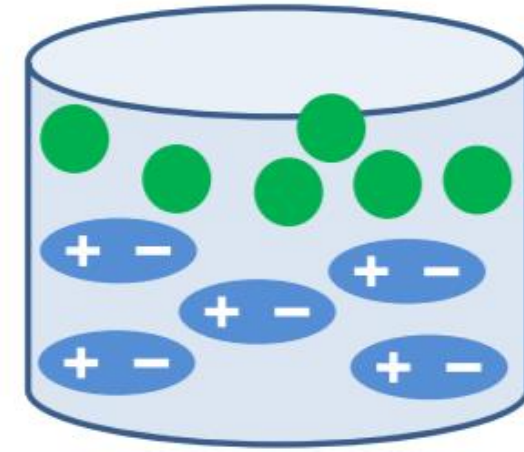
Aceite y gasolina



Agua y aceite



Se mezclan

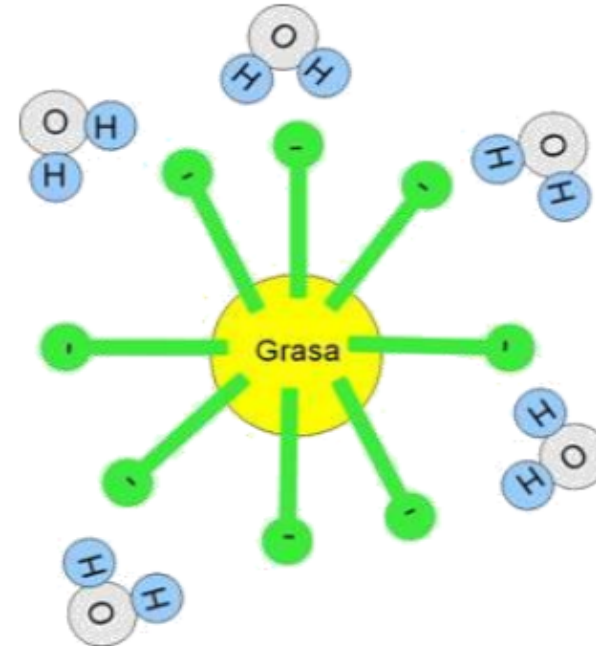
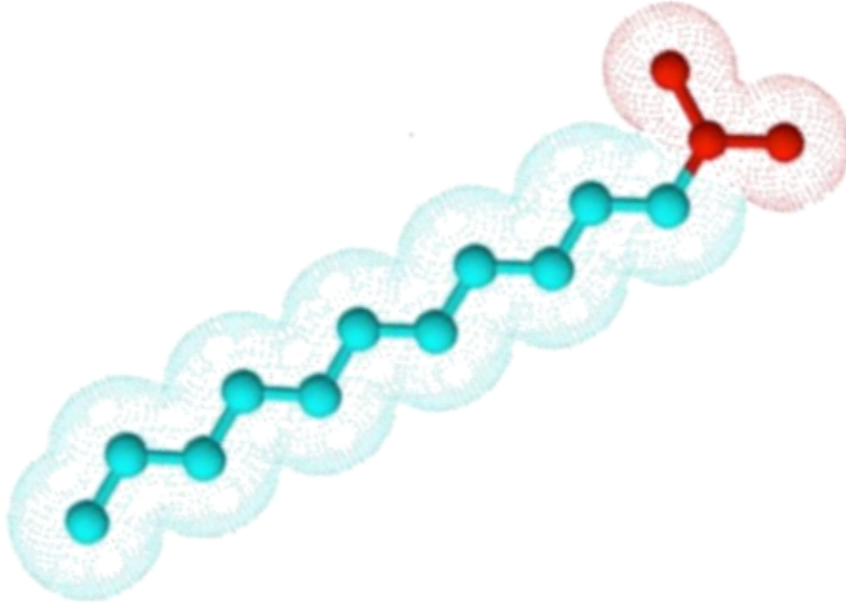


No se mezclan

Solubilidad de compuestos 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).



Moleculares

- Puntos de fusión y ebullición bajos.
- Los comp.covalentes apolares (puros) son solubles en disolventes apolares y los polares en disolventes polares.
- Conductividad parcial sólo en compuestos polares.

Atómicos

- Puntos de fusión y ebullición muy elevados.
- Insolubles en todos los disolventes.
- No conductores (el grafito sí presenta conductividad por la deslocalización de un e^- de cada átomo).

Compuestos Iónicos

- Sólidos cristalinos (hechos de iones)
- Altos Puntos de Ebullición y Fusión
- Conductores de la Electricidad en estado fundido
- Muchos son soluble en agua, pero no en líquido no polar

Compuestos Covalentes

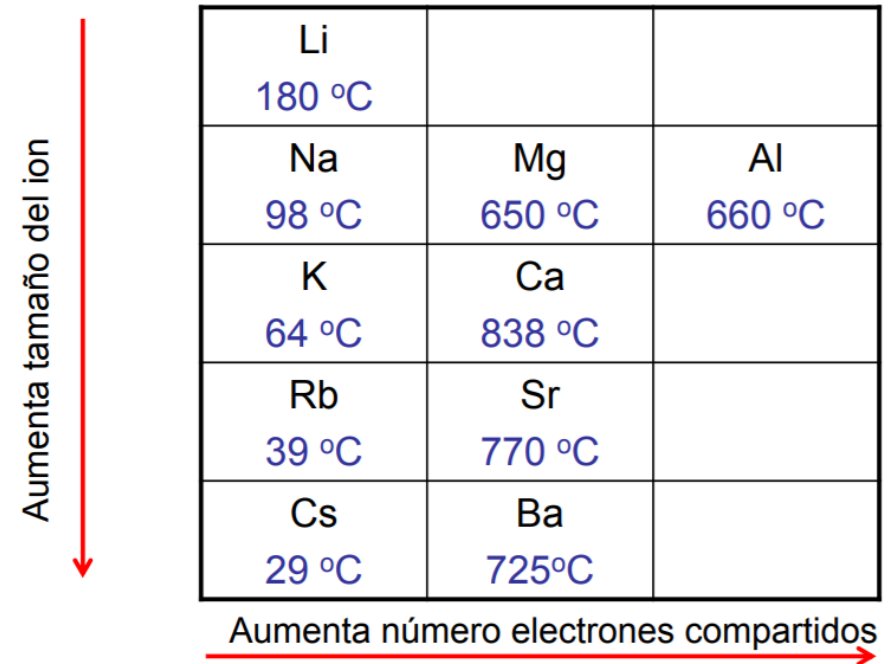
- Gases, líquidos, o sólidos (hechos de moléculas)
- Bajos Puntos de Ebullición y Fusión
- Pobres conductores eléctricos en todas las fases
- Muchos son solubles en líquidos no polares pero no en agua

Propiedades de Compuestos Metálicos

ENLACE METÁLICO

- Los metales son sólidos a temperatura ambiente (excepto el Hg, que es líquido).
- Presentan temperaturas de fusión y ebullición muy elevadas.
- Son muy buenos conductores de corriente eléctrica: si se conecta el metal a los electrodos de una pila, la nube de electrones libres se puede poner fácilmente en movimiento, creándose una corriente eléctrica.
- Muestran insolubilidad en agua y en otros disolventes comunes.
- Son buenos conductores del calor: el calor se transporta a través de los metales por las colisiones entre electrones, que se producen con mucha frecuencia.

Propiedades físicas: Puntos de fusión



Li 180 °C		
Na 98 °C	Mg 650 °C	Al 660 °C
K 64 °C	Ca 838 °C	
Rb 39 °C	Sr 770 °C	
Cs 29 °C	Ba 725°C	

ENLACE METÁLICO

- El cobre, la plata, el oro, el paladio y el platino son los únicos metales que se encuentran libres en la naturaleza. El resto se encuentran formando compuestos iónicos y aleaciones.



Mercurio (Hg)



Hierro (Fe)



Magnesio (Mg)



Oro (Au)

ENLACE METÁLICO

- Poseen el característico brillo metálico. Sin embargo, al ser expuestos al aire reaccionan con el oxígeno, tendiendo a formar óxidos que alteran su aspecto y propiedades (proceso de oxidación). Sólo algunos pocos metales (llamados “metales nobles”, como el oro y el platino) no se oxidan, y son muy apreciados por ello.



Oxidación.

ENLACE METÁLICO

- La mayoría de los metales son dúctiles (capaces de ser estirados para obtener alambres, hilos o cables) y maleables (pueden extenderse en planchas o láminas delgadas). En el metal, los electrones actúan como un pegamento flexible que mantiene los núcleos atómicos juntos, los cuales pueden desplazarse unos sobre otros. Como consecuencia de ello, los cristales metálicos pueden deformarse sin fracturarse o romperse.



Ductibilidad y maleabilidad de los metales.