

ENLACE QUÍMICO

Es un hecho general que los átomos de los diversos elementos no existen aislados , sino unidos o enlazados entre sí. Es preciso subrayar que la razón por la que los átomos no se mantienen aislados sino que se unen formando enlaces, es el hecho de que así se produce una disminución del contenido energético total del sistema, esto es , **la energía de los átomos enlazados es menor que la de los átomos aislados, dando un sistema más estable**. No hacen más que cumplir una ley universal: los sistemas evolucionan espontáneamente hacia estados de menor contenido energético.

► Los átomos, moléculas e iones se unen entre sí para tener la mínima energía, lo que equivale a decir de máxima estabilidad.

► Se unen utilizando los electrones más externos (de valencia).

Basándose en este principio de tendencia a la mínima energía, **Lewis propuso** en 1916 la llamada **teoría del octeto**, según la cual todos los átomos tienden a conseguir una estructura de gas noble y por ello se unen entre si, con objeto de que todos ellos tengan su última capa completa, esto es, con ocho electrones.

Esto lo consiguen cediendo, ganando o compartiendo electrones de su último nivel energético. La naturaleza del enlace que se forme entre átomos va a depender de la naturaleza de la estructura electrónica de los átomos que intervienen en él.

Vamos a estudiar primero **los enlaces entre átomos**:

.A este tipo pertenecen .

- Enlace iónico
- Enlace covalente
- Enlace metálico

.Posteriormente veremos los **enlaces** entre moléculas, los **intermoleculares** .:

A esta categoría pertenecen :

- Puente de H
- Fuerzas de Van der Waals.

ENLACES ENTREÁTOMOS

Se puede predecir el tipo de enlace entre dos átomos en función de sus electronegatividades:

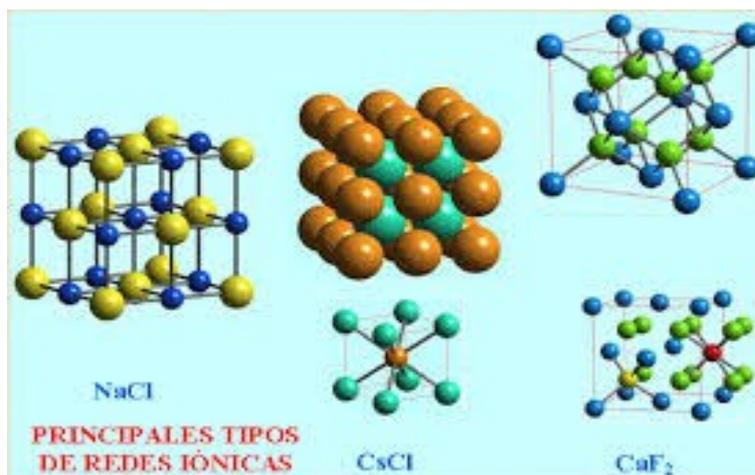
A) Si los dos átomos presentan una **diferencia grande de electronegatividad**, el enlace será **IÓNICO**. Es el típico enlace entre un metal y un no metal.

En un compuesto iónico, su fórmula sólo nos indica la cantidad de iones de cada clase que deben existir en la red iónica para mantener la neutralidad eléctrica:

Así, $\text{NaCl} \leftrightarrow$ por cada ión Na^{+1} hay un ión Cl^{-}

$\text{CaCl}_2 \leftrightarrow$ por cada ión Ca^{+2} hay dos iones Cl^{-}

Los iones en los compuestos iónicos se ordenan regularmente en el espacio de la manera más compacta posible. Cada ion se rodea de iones de signo contrario dando lugar a celdas o unidades que se repiten en las tres direcciones del espacio.



► El enlace iónico se produce por la fuerza de atracción electrostática entre cationes positivos y aniones negativos.

► Los iones en los compuestos iónicos se ordenan regularmente en el espacio de la manera más compacta posible formando redes cristalinas.

► Cada ion se rodea de iones de signo contrario dando lugar a celdas o unidades que se repiten en las tres direcciones del espacio.

► La geometría viene condicionada por el tamaño relativo de los iones y por la neutralidad global del cristal.

► La formación de una red cristalina lleva consigo el desprendimiento de una energía de red o energía reticular, que básicamente depende de la carga de los iones y de su tamaño.

ASPECTOS ENERGÉTICOS DEL ENLACE IÓNICO

La formación de los iones gaseosos va unida a una serie de procesos energéticos que hemos visto:

-Un átomo gaseoso de un metal necesita cierta energía, llamada **energía de ionización**, para liberar uno o varios electrones.

-El átomo gaseoso de un no metal cuando capta electrones desprende energía , llama da **afinidad electrónica**.

Podemos pensar que sólo se formarán compuestos iónicos en el caso de que se desprenda más energía o al menos sea la misma que la que se necesita para ionizar el metal. Sin embargo esto sucede sólo en casos contados. En el NaCl, por ejemplo, es estable a pesar de que la EI del sodio es muy superior a la AE del cloro.

Todo esto hizo sospechar que , además de las dos clases de energía citados, existen otras que influyen en la formación del compuesto iónico.

Una de ellas es la llamada **ENERGÍA DE RED** O ENERGÍA RETICULAR U o E_r :

Es la energía desprendida en la formación de un mol de un compuesto iónico sólido a partir de sus iones en estado gaseoso. Esta energía es bastante difícil de calcular. Fue Max Born quién planteó la siguiente fórmula para su cálculo:

$$U_r = - \frac{Z_1 \cdot Z_2 \cdot e^2 \cdot N_A \cdot A}{d_o} \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

Z_1 y Z_2 : cargas del catión y del anión en valor absoluto

e : carga del electrón

N_A : número de Avogadro

A : constante de Madelung

n : coeficiente de Born o factor de compresibilidad

► En general, la energía de red es grande y negativa y compensa el déficit de energía que suponen el resto de los procesos. **Está influenciada por el tamaño de los iones y sus cargas.**

► A **mayor carga** de los iones, **mayor energía** de red.

► A **menor tamaño** de los iones , **mayor energía** de red.

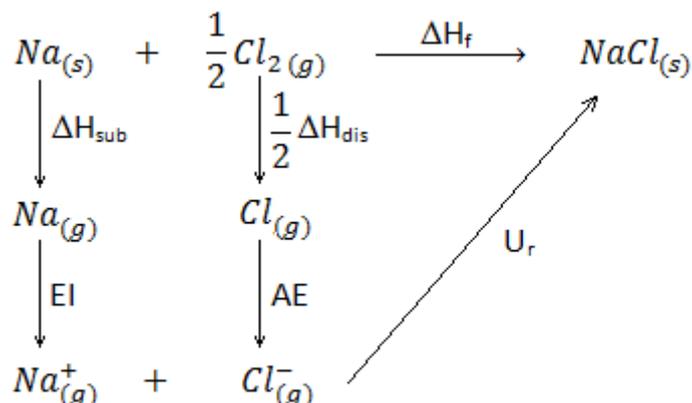
► Los compuestos con **mayores energías de red serán los de iones de mayor carga y más pequeños**. Cuanto mayor es la energía de red el compuesto iónico es más estable.

Es bastante difícil de calcular utilizando esta fórmula por lo que se recurre a **métodos indirectos** aplicando la ley de Hess. Es lo que se conoce como **ciclo de Born - Haber**.

CICLO DE BORN-HABER

Este ciclo es un artificio teórico para poder calcular la energía de red de otro modo, pues muchas veces no se dispone de todos los datos que requiere la fórmula anterior para su cálculo. Usemos un ejemplo sencillo para aclarar ideas.

■ Formación del cloruro sódico:



a) En el **proceso directo** de formación del compuesto iónico se pone en juego la entalpía de formación (ΔH_f).

b) En el **proceso por etapas** se ponen en juego las siguientes energías:

-Sublimación del metal, poniéndose en juego la energía de sublimación. Endotérmico

-Disociación de la molécula no metálica para formar átomos, poniéndose en juego la mitad de la energía de disociación. Endotérmico.

-Ionización del metal, poniéndose en juego la EI. Endotérmico.

-Transformación de los átomos no metálicos en aniones, poniéndose en juego la afinidad electrónica AE. Proceso exotérmico.

-Unión de los iones gaseosos para formar el cristal iónico sólido, poniéndose en juego la energía de red. Proceso exotérmico.

Como la energía se conserva , a través de los dos caminos la energía ha de ser la misma, pues el estado inicial y final es el mismo.

$$\Delta H_f = S + \frac{1}{2} D + EI + AE + U_{\text{red}}$$

Así podremos calcular de otra manera la energía de red.

PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS IÓNICOS

- **Puntos de fusión y ebullición elevados (tanto más altos cuanto mayor energía reticular):** como las fuerzas electrostáticas que mantienen unidos los iones son muy grandes, los compuestos iónicos **son siempre sólidos cristalinos a temperatura ambiente**. Únicamente a temperaturas muy elevadas adquieren los iones la energía necesaria para vencer las atracciones electrostáticas logrando que el cristal se funda., ya que para fundirlos es necesario romper la red cristalina, muy estable por la cantidad de atracciones electrostáticas entre iones de distinto signo.

- **Duros:** la dureza es la resistencia que presenta un cuerpo a ser rayado. Como para rayar un sólido hay que romper cierto número de enlaces, se comprende que los compuestos iónicos tengan mucha dureza , ya que para rayar un cristal es necesario romper su estructura cristalina.

- **Frágiles:** se rompen con facilidad, ya que cuando desliza una capa del cristal sobre otra, debido a un golpe, las fuerzas que en un principio eran atractivas pasan a ser repulsivas rompiendo el cristal. Al golpear ligeramente el cristal produciendo el desplazamiento de tan sólo un átomo, todas las fuerzas que eran atractivas se convierten en repulsivas al enfrentarse dos capas de iones del mismo signo.

El enlace iónico. Propiedades. **Fragilidad en un cristal iónico.**



Se disuelven en agua: (son más solubles cuanto menor sea la energía de red) los compuestos iónicos son sustancias polares y se disuelven bien en disolventes polares como agua. Hay una regla que dice "las sustancias polares se disuelven en disolventes polares y las sustancias apolares se disuelven en disolventes apolares".

- **Conducen la corriente eléctrica solamente cuando están disueltos en agua o fundidos:** en estos casos los iones no están ocupando posiciones fijas y poseen movimiento de translación con el que se pueden desplazar, cuando se aplica un campo eléctrico, generando una corriente eléctrica. En estado sólido no conducen la corriente eléctrica por que los iones de la red solamente tienen movimiento de vibración (no tienen movimiento de traslación).