

# Fuerzas Intermoleculares

Para entender por qué las moléculas de un cuerpo puro o sustancia pueden cambiar de estado, debemos considerar la naturaleza de estas fuerzas de atracción entre las moléculas (y átomos).

- ▶ Las atracciones **entre moléculas** se llaman **Fuerzas Intermoleculares**. Existen otros tipos de atracciones llamadas **intramoleculares** que son las fuerzas responsables de la **unión de los átomos dentro de** una molécula, (**Enlaces Químicos**).
- ▶ Las **fuerzas intermoleculares no son tan fuertes** como las **fuerzas intramoleculares**.
- ▶ La **intensidad de las fuerzas** intermoleculares **disminuye** drásticamente **al aumentar la distancia entre las moléculas**, por ello en los gases no tienen tanta importancia.
- ▶ Muchas **propiedades de los líquidos**, incluido su punto de ebullición, reflejan la **intensidad de las fuerzas intermoleculares**.

Existen tres tipos de fuerzas de atracción entre moléculas:

- ▶ **Fuerzas de dispersión de London**
- ▶ **Fuerzas dipolo - dipolo**
- ▶ **Fuerzas de puente de hidrógeno** (enlace de hidrógeno)

Otro tipo de fuerza de atracción es la **fuerza ion-dipolo**, que juega un papel importante en las soluciones.

El orden de magnitud relativa de las fuerzas intermoleculares es:

**enlace de hidrógeno** > **dipolo - dipolo** > **dispersión de London**

**Dipolo**: se forma cuando los centros de carga no coinciden, están separados, pero **no forman cargas aisladas**:

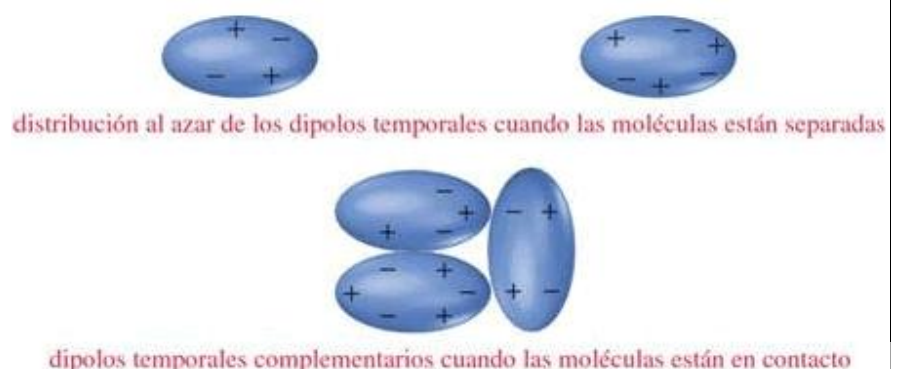
Las moléculas polares forman dipolos, por ejemplo el etanol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ :

**Fuerzas de dispersión de London**

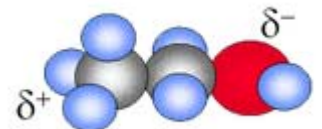
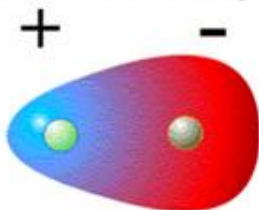
**Momento dipolar**: la magnitud del momento dipolar **se incrementa al aumentar las cargas y la distancia** de separación de éstas.

- ▶ ¿Pueden existir fuerzas intermoleculares entre moléculas no polares?
- ▶ Si experimentalmente se consigue licuar los gases no polares, entonces, ¿qué fuerzas son las que actúan sobre las moléculas no polares? **Debe existir alguna fuerza** que produzca la suficiente atracción para que las moléculas se mantengan unidas entre sí en el estado líquido.
- ▶ ¿Qué fuerzas pueden existir entre átomos y moléculas no polares?

El primero en establecer qué tipo de fuerzas de atracción actuaban sobre los gases no polares, que les permitía licuarse, fue **Fritz London** (1930), quien estableció que: "**el movimiento de los electrones en un átomo o molécula, puede crear un momento dipolar instantáneo, suficiente para producir la atracción**".



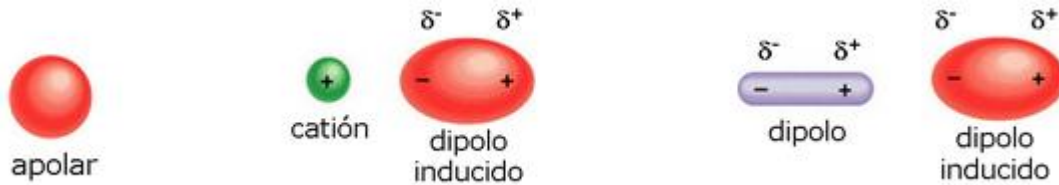
Distorsión de la nube electrónica entre dos átomos con diferente electronegatividad



En un átomo o molécula apolar, **debido al movimiento de los electrones**, en algún instante hay más  $e^-$  hacia un lado, que al estar cerca de otro átomo o molécula, los electrones del segundo son repelidos, originándose dos **dipolos instantáneos**, que originan una fuerza de atracción. Los electrones de ambos átomos o moléculas, continúan moviéndose juntos, de modo que **se produce una fuerza de atracción**.

Por lo tanto, depende de la capacidad de distorsión de la nube electrónica, dentro de un átomo o molécula, para **originar la formación de un dipolo momentáneo**.

Un átomo o una molécula, puede distorsionar su nube electrónica ante la presencia de un ion o de un dipolo, originando un dipolo inducido:



Los dipolos formados por las fuerzas de London, en moléculas apolares, **existen en forma momentánea**, cambiando rápidamente de magnitud y de dirección.

Las fuerzas de dispersión de London **están presentes en todas las moléculas**, sean polares o apolares.

## Fuerzas dipolo - dipolo

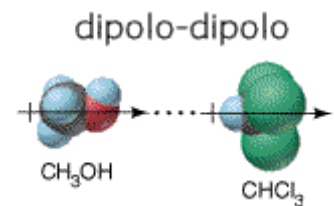
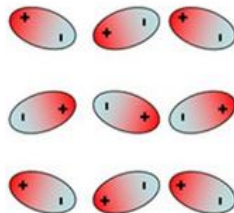
Para que existan fuerzas de atracción **dipolo-dipolo** deben estar presentes **moléculas polares**.

Las **moléculas polares** se atraen cuando el extremo positivo de una de ellas está cerca del extremo negativo de la otra:

- ▶ Interacción electrostática de dos moléculas polares, (dipolos):



- ▶ Interacción de muchos dipolos:



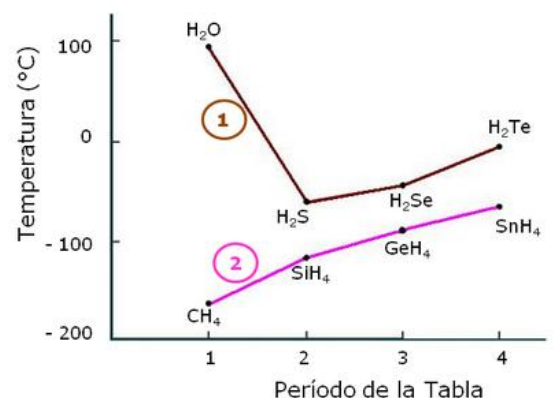
- ✓ Las fuerzas dipolo-dipolo son generalmente **más débiles** que las fuerzas ión - dipolo.
- ✓ En **moléculas con masas y tamaños aproximados**, la **intensidad** de las fuerzas dipolo-dipolo **aumenta al incrementarse la polaridad** (aumenta el momento dipolar).

## Enlace de hidrógeno (puente de hidrógeno)

Dentro de un mismo grupo de la Tabla Periódica, es común observar que los puntos de ebullición de los compuestos semejantes, que contienen elementos del mismo grupo, aumenten conforme se incrementa la masa molar.

En el siguiente gráfico podemos volver a observar cómo varían los puntos de ebullición de los compuestos hidrogenados de los grupos VI A (del oxígeno), curva **(1)** y los del grupo IV A (del carbono), curva **(2)**:

- en la curva 2 se mantiene la tendencia de que conforme se incrementa la masa molar, aumenta el punto de ebullición,
- en la curva 2 sin embargo, se observa una excepción de la regla, en el caso del agua.



## ¿Por qué el agua es la excepción a la regla?

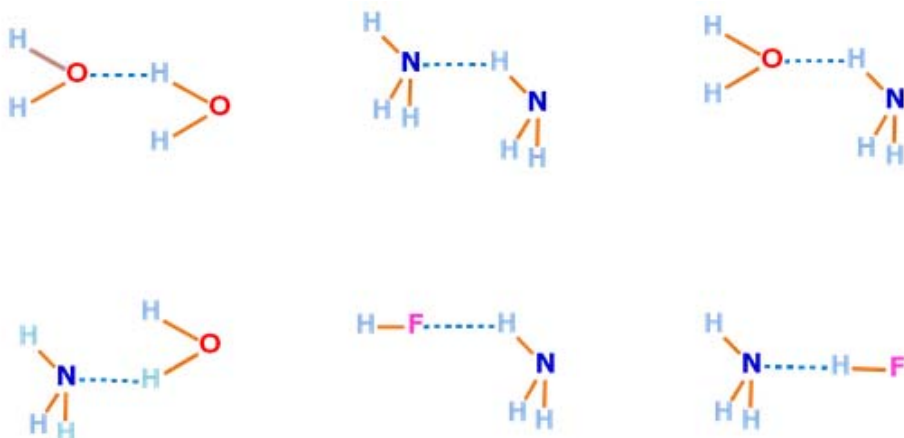
Un punto de ebullición alto nos indica que las fuerzas de atracción presentes son muy fuertes, en consecuencia, en el agua debe existir una fuerza de atracción muy fuerte y que no está presente en los otros compuestos de la serie.

Estas fuerzas intermoleculares tan intensas, presentes en el agua, se conocen como **puentes de hidrógeno** o **enlaces de hidrógeno**.

El **enlace o puente de hidrógeno**, es una interacción **dipolo-dipolo especial** entre:

- el **átomo de hidrógeno** presente **en un enlace polar N-H, O-H o F-H de una molécula** y
- un par libre de un **átomo electronegativo de O, N o F de otra molécula**.
- Los enlaces de hidrógeno se representan por líneas punteadas.

El **tamaño pequeño** de los elementos involucrados y la **gran diferencia de electronegatividades** producen valores grandes de cargas parciales  $\delta^+$  y  $\delta^-$



Las fuerzas del enlace de hidrógeno **son más débiles** que las debidas a los **enlaces químicos**, pero son **mayores** que **las otras fuerzas intermoleculares**.

## Fuerzas ion - dipolo

Para que exista una fuerza ion-dipolo, **necesariamente** deben estar presentes:

- un **ion** y
- una **molécula polar**

Las moléculas polares son dipolos, donde las cargas negativas y positivas **no coinciden** en un punto central, por ello la orientación preferida de las moléculas polares hacia los iones es:

- el **extremo positivo** de la molécula polar se orienta hacia el **anión**
- el **extremo negativo** de la molécula polar se orienta hacia el **catión**

La magnitud de la atracción es mayor:

- al aumentar la **carga del ion**
- al incrementarse la **magnitud del momento dipolar**

Las **fuerzas ion-dipolo** tienen una especial importancia en **las soluciones de sustancias iónicas en líquidos polares, por ejemplo, NaCl en agua**.

