

# Las fuerzas intermoleculares y los líquidos y sólidos

## *Capítulo 11*

# Fuerzas intermoleculares

**Fuerzas intermoleculares** son fuerzas de atracción **entre** las moléculas

**Fuerzas intramoleculares** mantienen juntos a los átomos en una molécula.

*intermolecular contra intramolecular*

- 41 kJ para evaporar 1 mol de agua (**inter**)
- 930 kJ para romper todos los enlaces O-H en 1 mol de agua (**intra**)



Por lo general,  
las fuerzas  
**intermoleculares**  
son mucho más  
débiles que las  
fuerzas  
**intramoleculares**.

“Medida” de fuerza intermolecular

punto de ebullición

punto de fundición

$$\Delta H_{\text{vap}}$$

$$\Delta H_{\text{fus}}$$

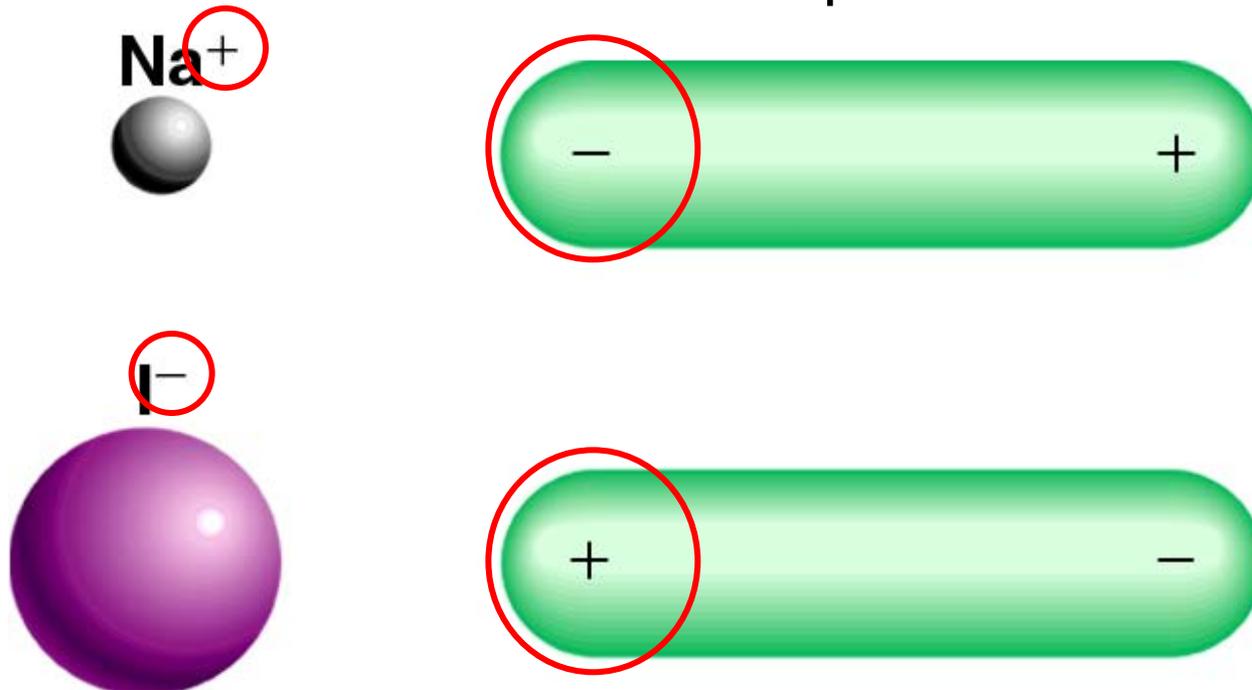
$$\Delta H_{\text{sub}}$$

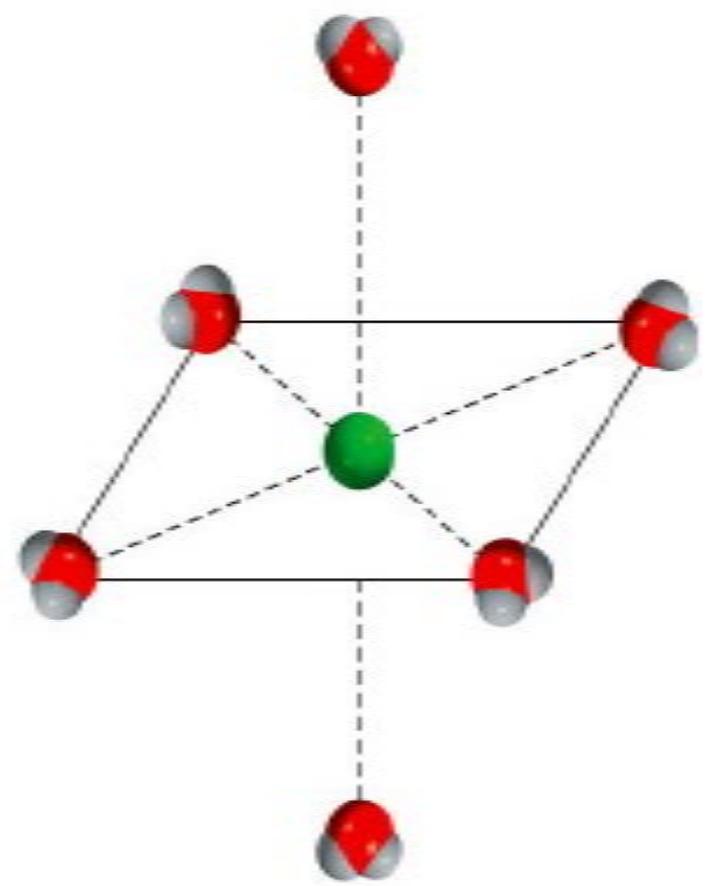
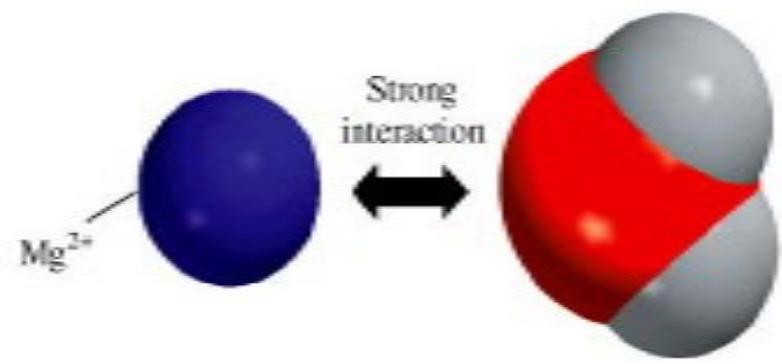
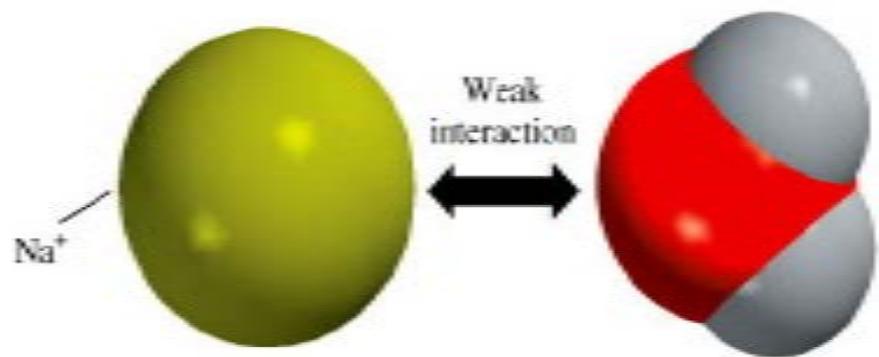
# Fuerzas intermoleculares

## Fuerzas ion-dipolo

Fuerzas de atracción entre un **ion** y una **molécula polar**

Interacción ion-dipolo



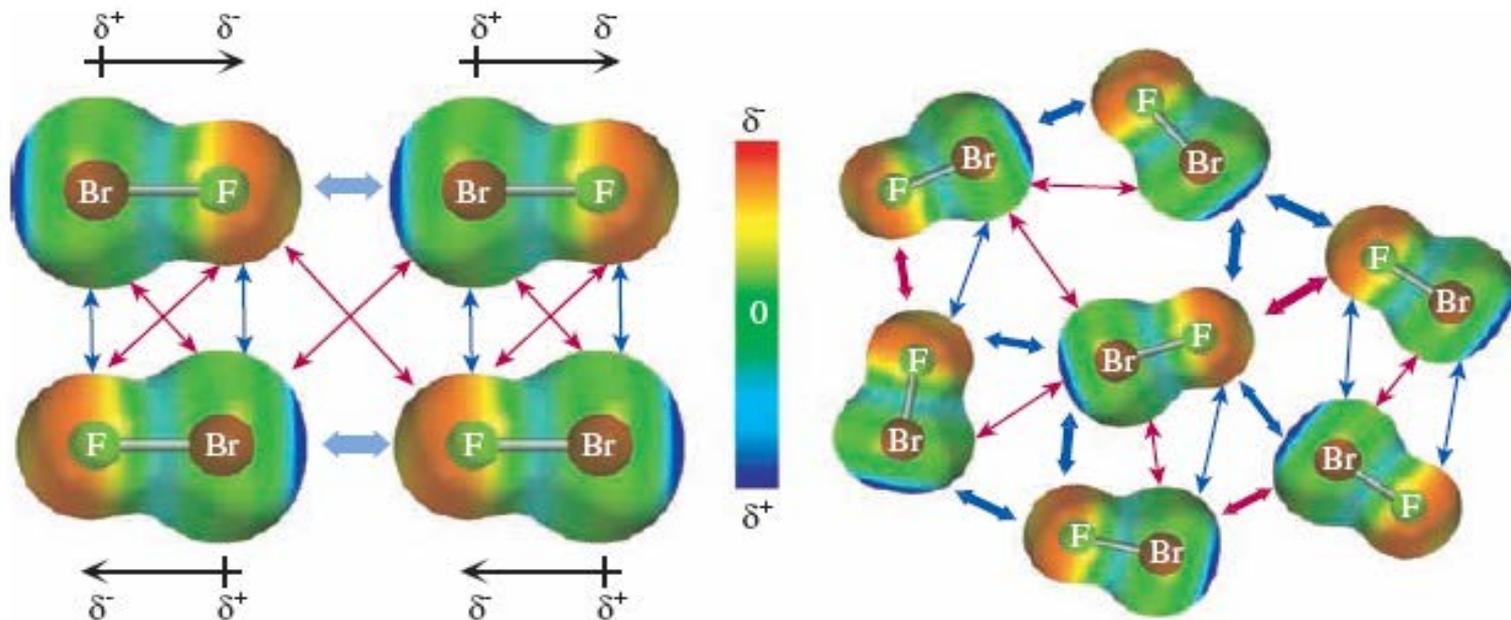


# Fuerzas intermoleculares

## Fuerzas dipolo-dipolo

Fuerzas de atracción entre **moléculas polares**

- Actúan a corta distancia:  $F \propto 1/d^4$
- Energía promedio = 4 kJ/mol de enlaces
- Pierden importancia cuando aumenta la temperatura



# Fuerzas intermoleculares

## Enlace de hidrógeno

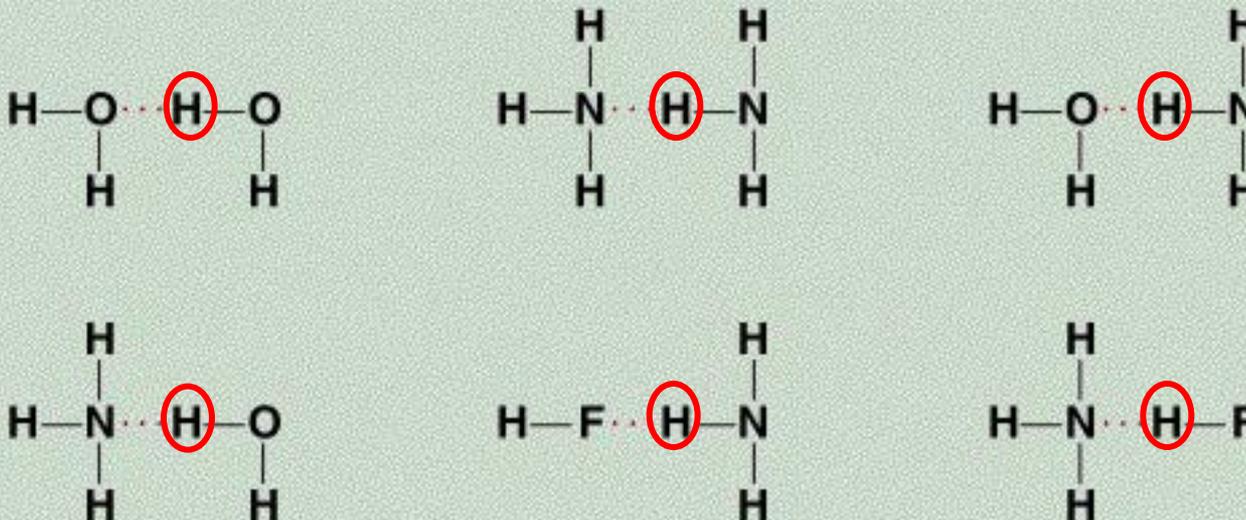
El enlace de hidrógeno es una interacción especial dipolo-dipolo. La atracción se da entre átomo de hidrógeno en un enlace polar N-H, O-H, o F-H y un átomo electronegativo de O, N, o F.



o



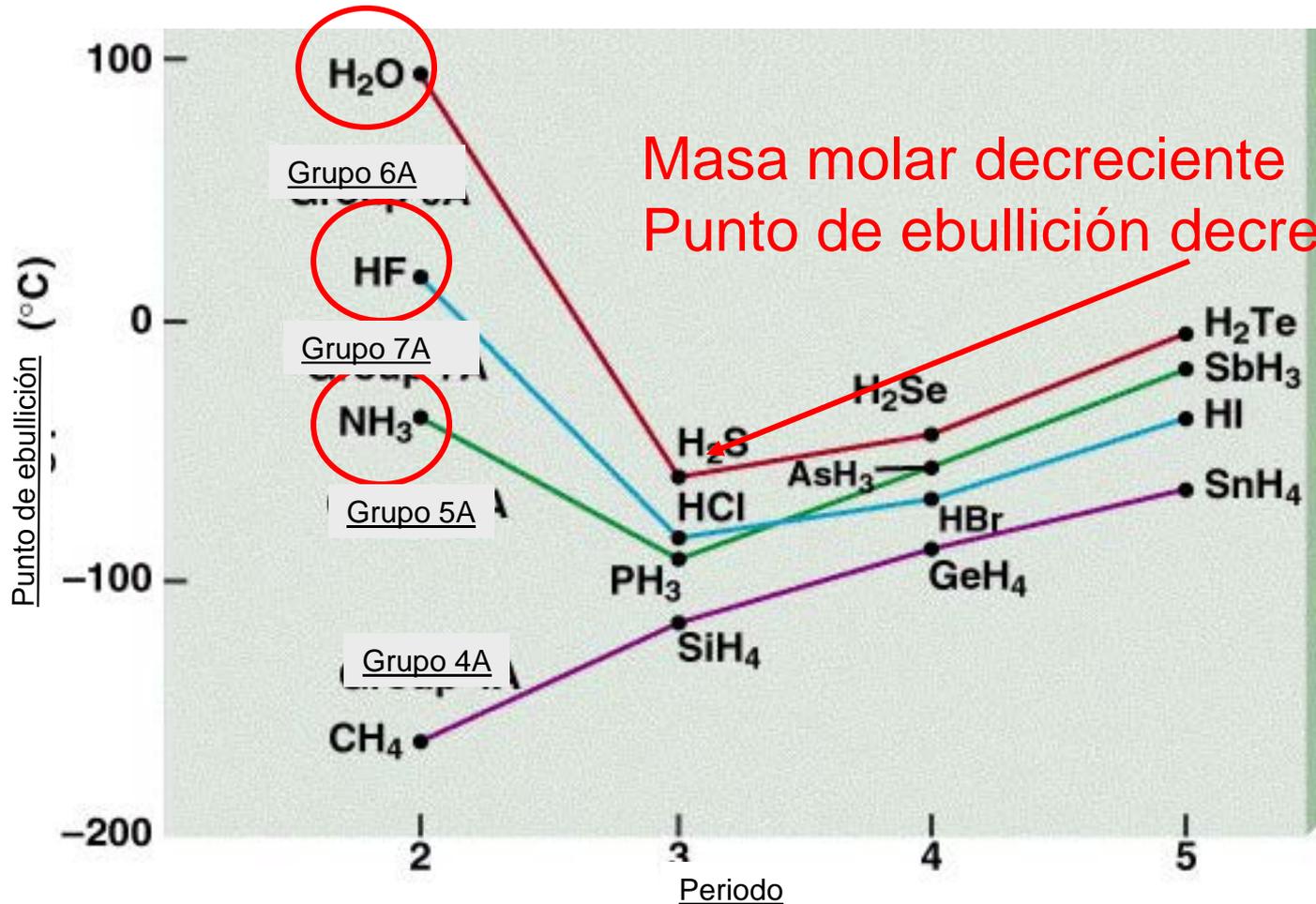
A y B son N, O, o F



Energía típica: de  
15 a 20 kJ/mol



¿Por qué el enlace de hidrógeno se considera una interacción “especial” dipolo-dipolo?



# Fuerzas intermoleculares

## Fuerzas de dispersión (Fuerzas de London)

Fuerzas de atracción **débiles** que se generan como resultado de los **dipolos temporales inducidos** en átomos o moléculas

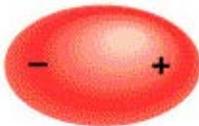
- Actúan a corta distancia:  $F \propto 1/d^7$
- Son las única fuerzas presentes entre sustancias no polares.



Catión



Dipolo inducido

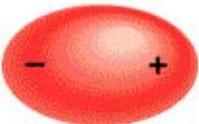


Interacción ion-dipolo inducido

Dipolo



Dipolo inducido



Interacción dipolo-dipolo inducido

# Fuerzas intermoleculares

## Fuerzas de dispersión continua

**Polarización** es la facilidad con que la distribución del electrón en el átomo o molécula puede distorsionarse

La polarización aumenta con:

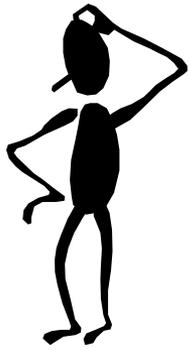
- mayor número de electrones
- más difusa la nube del electrón



Las fuerzas de dispersión normalmente aumentan con la masa molar

**Table 11.2** Melting Points of Similar Nonpolar Compounds

Compound	Melting Point (°C)
CH <sub>4</sub>	-182.5
CF <sub>4</sub>	-150.0
CCl <sub>4</sub>	-23.0
CBr <sub>4</sub>	90.0
Cl <sub>4</sub>	171.0



¿Qué tipo de fuerzas intermoleculares existe entre cada una de las moléculas siguientes?

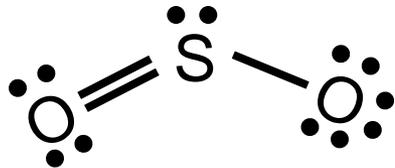
HBr

HBr es una molécula polar: fuerzas dipolo-dipolo. Hay también fuerzas de dispersión entre las moléculas HBr.

CH<sub>4</sub>

CH<sub>4</sub> es no polar: fuerzas de dispersión.

SO<sub>2</sub>



SO<sub>2</sub> es una molécula polar: fuerzas dipolo-dipolo. Hay también fuerzas de dispersión entre las moléculas SO<sub>2</sub>.