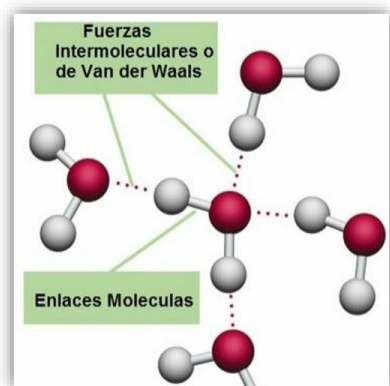


Química General e Inorgánica

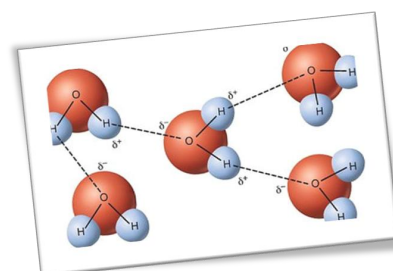
Fuerzas interparticulares Gases reales Líquidos, Sólidos y cambios de estado



2026

Dra. Florencia Mangiameli

Bioquímica y Farmacia
Turno tarde – Comisiones 7, 8 y 9



Fuerzas interparticulares. Fuerzas intermoleculares.

Dentro de una molécula, los átomos están unidos mediante **fuerzas intramoleculares** (enlaces iónicos, metálicos o covalentes, principalmente). Estas son las fuerzas que se deben vencer para que se produzca un cambio químico. Son estas fuerzas, por tanto, las que **determinan las propiedades químicas** de las sustancias.

Sin embargo existen otras **fuerzas intermoleculares** que actúan sobre distintas moléculas o iones y que hacen que éstos se atraigan o se repelan. Estas fuerzas son las que **determinan las propiedades físicas** de las sustancias como, por ejemplo, el estado de agregación, el punto de fusión y de ebullición, la solubilidad, la tensión superficial, la densidad, etc.

Tipos de fuerzas

Fuerzas primarias:
entre átomos para dar lugar a compuestos.
Atractivas y fuertes.



Fuerzas intramoleculares

Enlace iónico: cristales iónicos por agrupación de iones- 700-1100 kJ/ mol

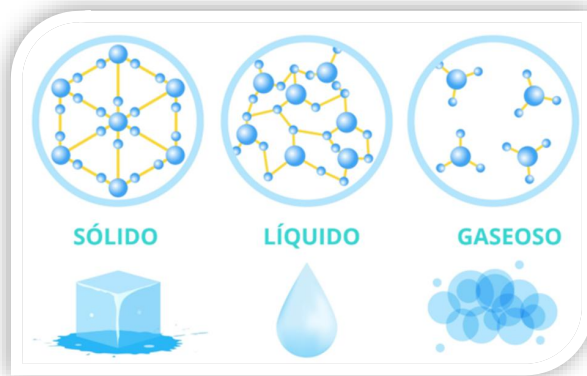
Enlace covalente:
Compartición de electrones entre átomos - 400- 1000 kJ/ mol

Fuerzas secundarias:
entre moléculas formadas.
Intensidad variada.



Fuerzas interparticulares
Necesito menos energía para evaporar un líquido o fundir un sólido que para romper un enlace covalente

Algunas propiedades de la materia



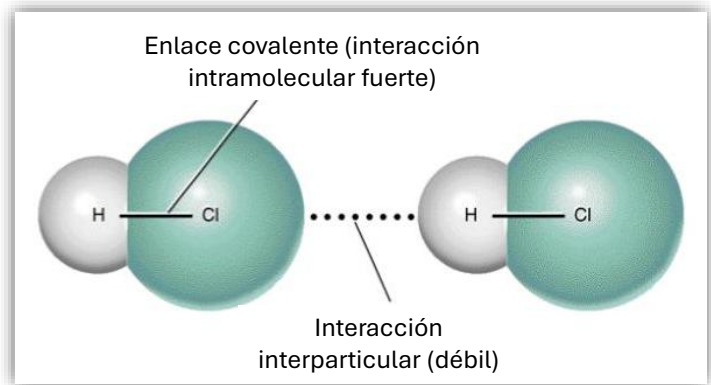
Propiedad	Estado		
	Sólido	Líquido	Gaseoso
Densidad	Alta	Alta (similar a sólidos)	Baja
Forma	Fija	Parte inferior del recipiente	Se expande, llenan el recipiente
Compresibilidad	Baja	Baja	Grande
Expansión térmica	Muy pequeña	Muy pequeña	Moderada

La intensidad la de las fuerzas de atracción varía dentro de un intervalo amplio, pero en general son *mucho más débiles que las fuerzas de los enlaces químicos.*

Ejemplo:

- Vaporización del cloruro de hidrógeno (HCl): 16 kJ/mol

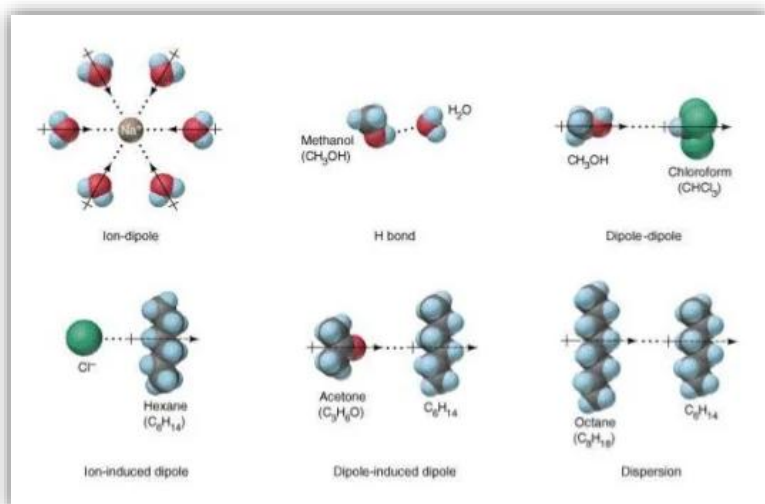
- Ruptura del enlace covalente (disociación del HCl): 431 kJ/mol



5

Fuerzas intermoleculares

Para que las moléculas pasen de líquido a sólidos, existe fuerza de atracción entre ellas.



Atracción dipolo-dipolo
Dispersión de London
Puente hidrógeno

Fuerzas de Van der Waals

Ion-dipole (la mas importante en solución)

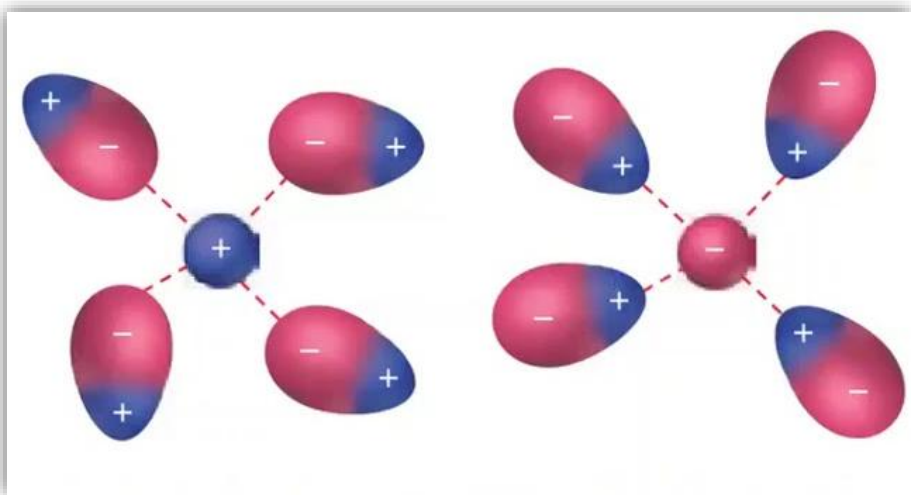
Fuerza relativa:

Ion-dipolo > Puente hidrógeno > dipolo-dipolo > London

6

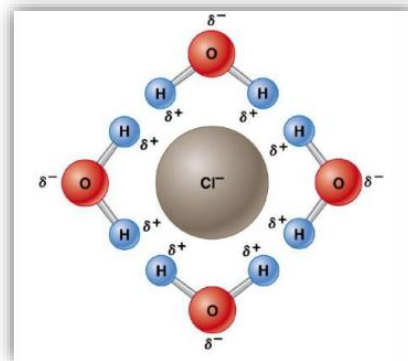
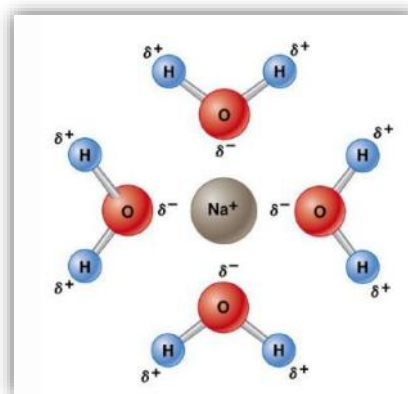
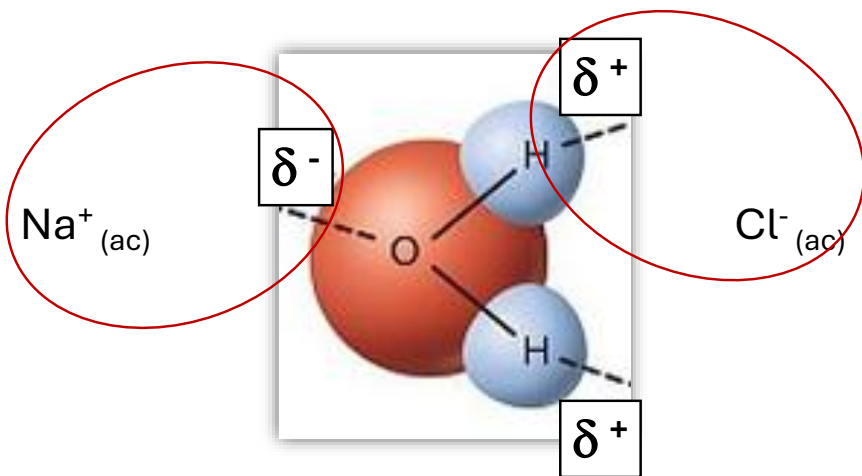
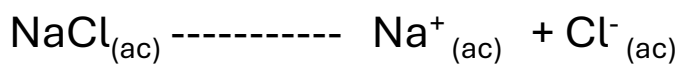
Ion-dipolo

Fuerza entre el ion y la carga parcial de un extremo de la molécula polar

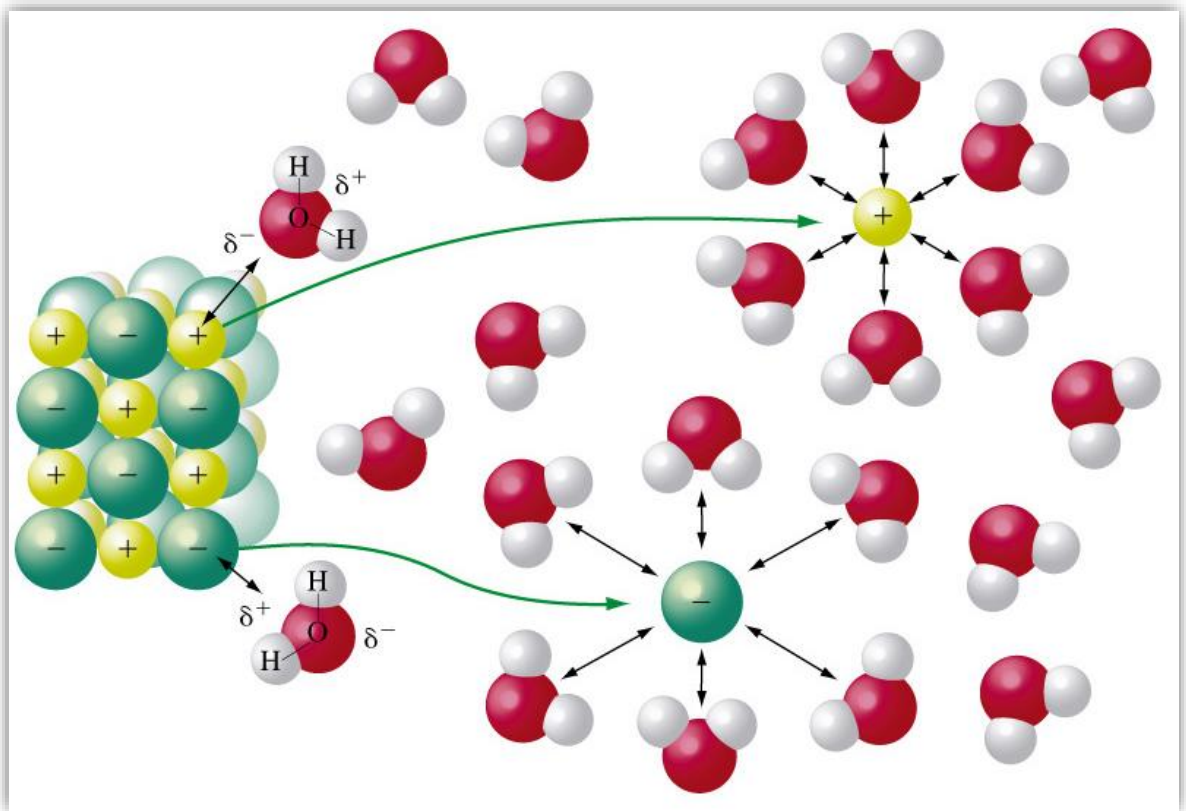


La atracción aumenta con la carga del ion o la magnitud del momento dipolar

NaCl en H₂O



Ion-dipolo



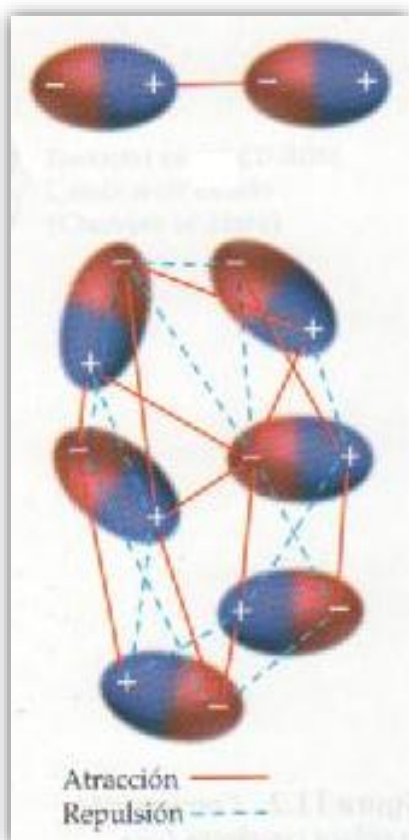
9

Dipolo-dipolo

Moléculas polares neutras se atraen, el extremo (+) de una con el extremo (-) de la otra → δ^+ y δ^- se atraen entre sí

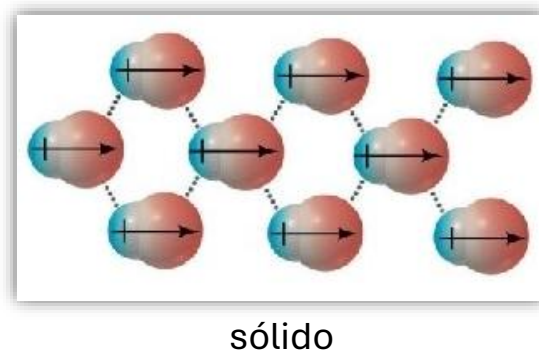
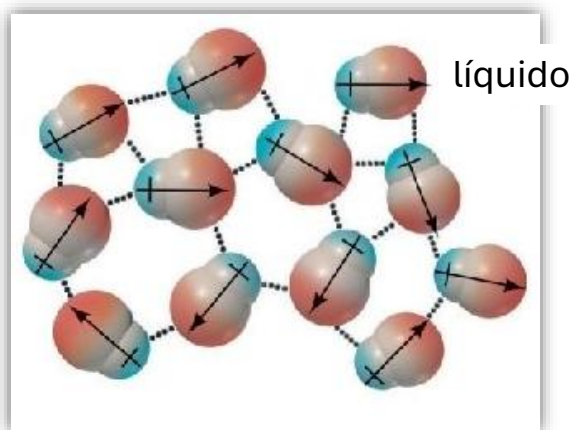
Son aquellas que se generan cuando se atraen los dipolos opuestos de dos **moléculas polares**.

Los **polos opuestos se atraen** y los **polos similares se repelen**.



10

Pueden **existir** tanto en estructuras de **líquidos** como de **sólidos**.



11

Para moléculas con masas y tamaños aproximados

- ✓ A mayor polaridad \rightarrow mayor atracción
- ✓ Mayor momento dipolar $\mu \rightarrow$ mayor P_{eb}
- ✓ A igual polaridad: menor volumen \rightarrow mayor atracción

Sustancia	Masa Molar (g/mol)	Momento Dipolar (μ)	Punto ebull.
Propano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	44	0,1	231
Eter CH_3OCH_3	46	1,3	248
Cloruro de metilo CH_3Cl	50	1,9	249
Acetonitrilo CH_3CN	41	3,9	355

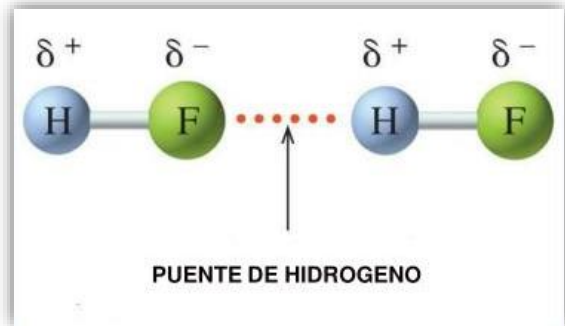
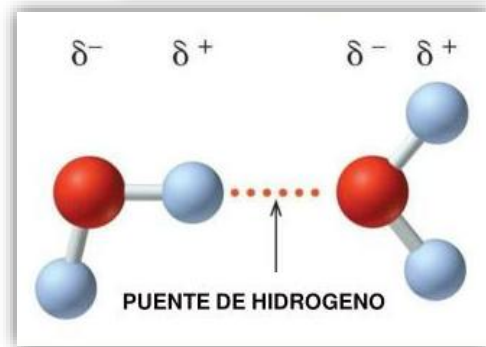
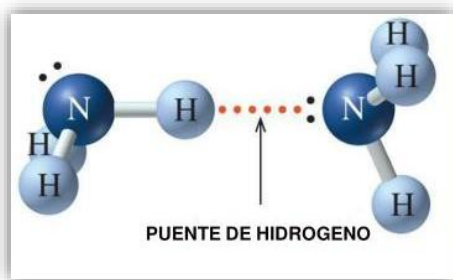
12

Un tipo especial de interacción dipolo-dipolo es el **enlace (puente) de hidrógeno**.

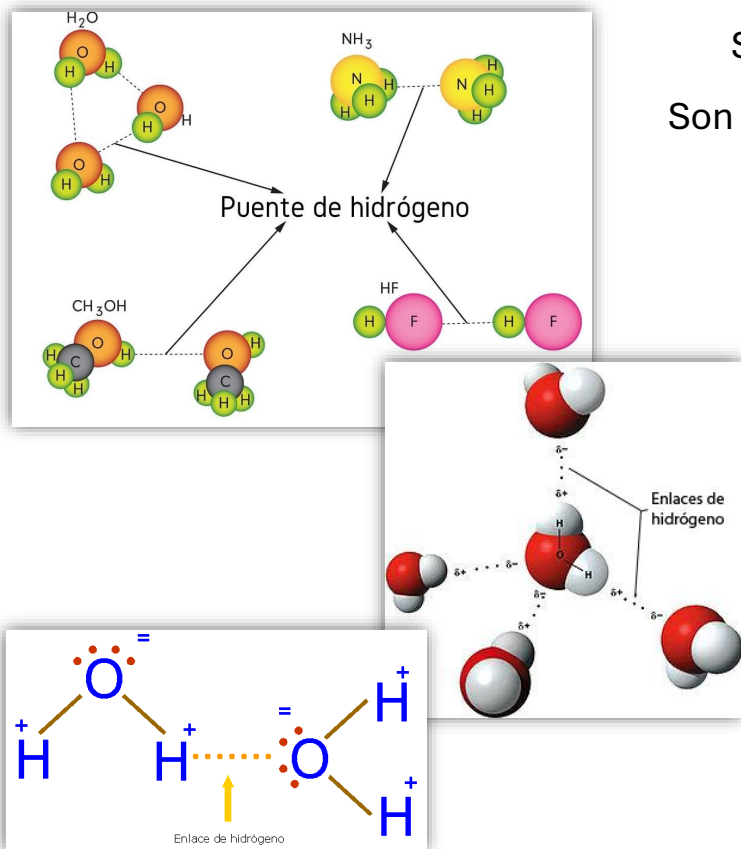
Átomo de hidrógeno unido a un par de e- libres de **flour, oxígeno y nitrógeno** (los más electronegativos).

El pequeño tamaño, implica alta electronegatividad, con grandes valores de δ^+ y δ^- .

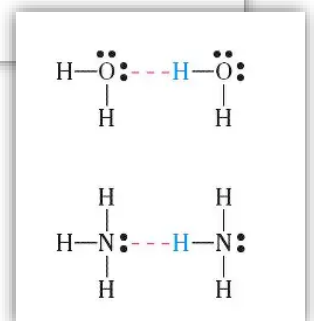
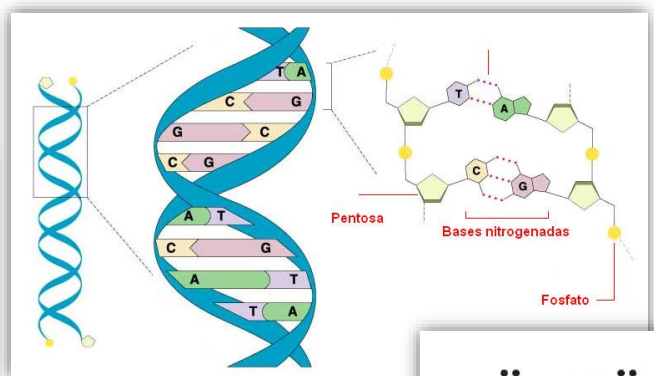
Se representan como líneas de puntos.



13



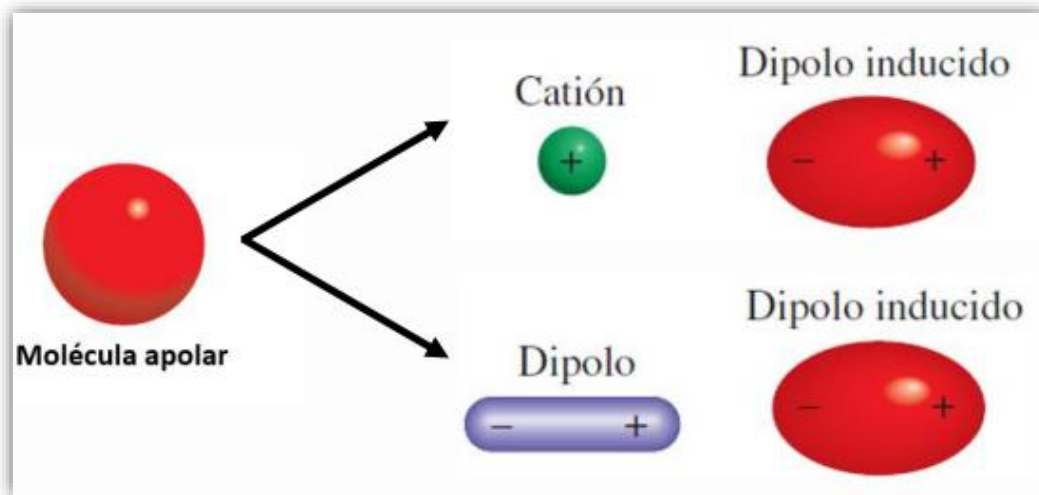
Son mas débiles que un enlace químico.
Son mas fuertes que interacción dipolo-dipolo y London.



14

Dipolo Inducido

Si un ión o una molécula polar se acerca a una partícula no polar, la distribución electrónica de la partícula apolar se distorsiona, dando lugar a una clase de dipolo.



15

La probabilidad de inducir un momento dipolar dependerá de la partícula polar y de la polarizabilidad del átomo o molécula (facilidad para distorsionar su distribución electrónica).

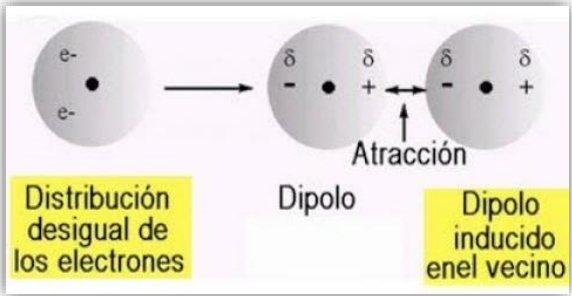
En general, un átomo o una molécula tiende a ser más polarizable a medida que aumenta el número de electrones y se hace más difusa su nube electrónica.

La interacción entre un ión y el dipolo inducido se conoce como interacción ión-dipolo inducido.

La atracción entre una molécula polar y el dipolo inducido se conoce como interacción dipolo-dipolo inducido.

Fuerzas de dispersión de London

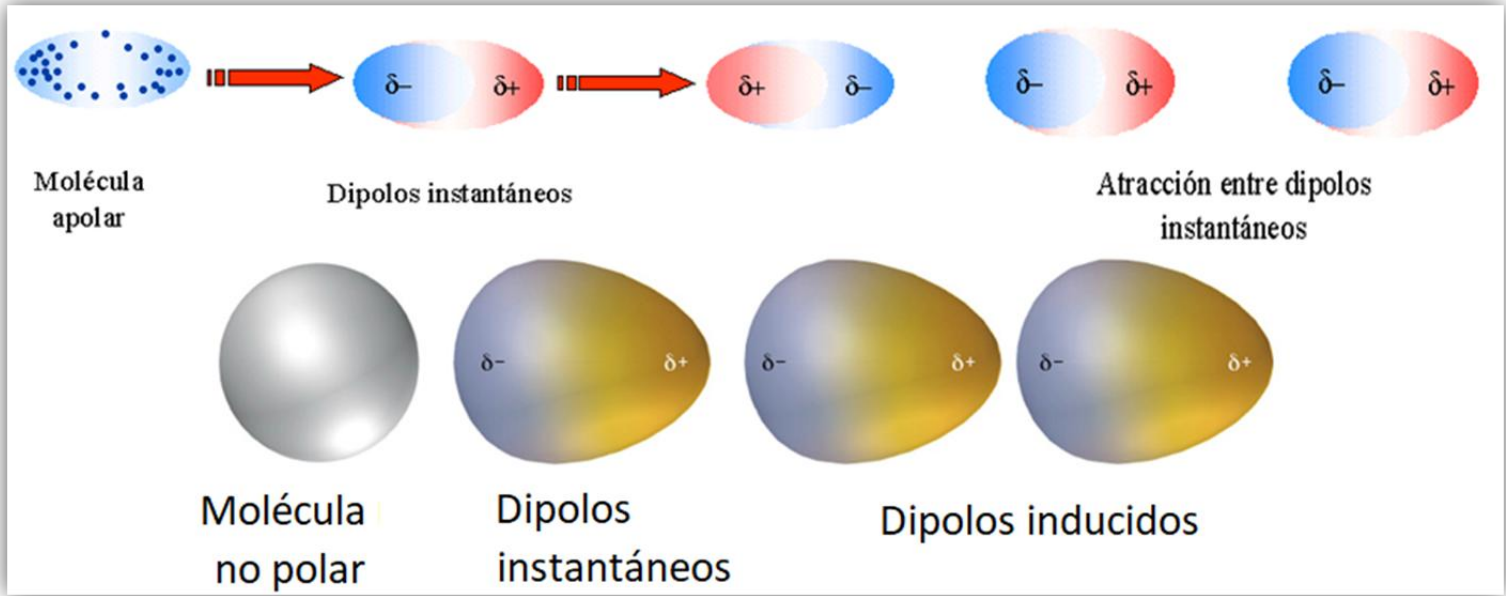
Son aquellas que se dan entre moléculas *no polares*.



Se generan a partir del *movimiento de los electrones* en una molécula. Como consecuencia, se crea una zona de carga eléctrica INSTANTÁNEA (*dipolo*), que puede, a su vez, inducir un *dipolo instantáneo* similar en una partícula adyacente.

Aunque las moléculas se polarizan formando dipolos, *conservan la neutralidad eléctrica*.

Fuerzas de dispersión de London



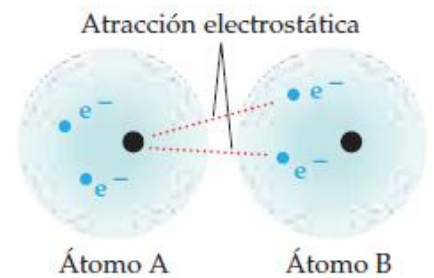
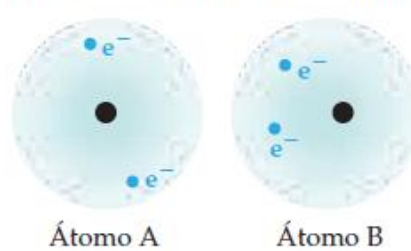
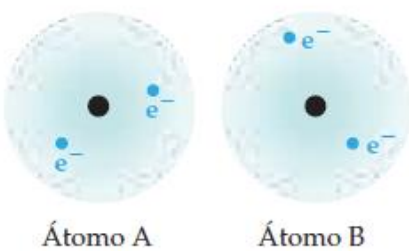
¿Cómo se polariza una molécula apolar?

Podemos considerar la polarización de las moléculas apolares en tres etapas:

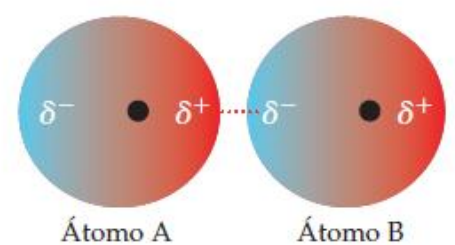
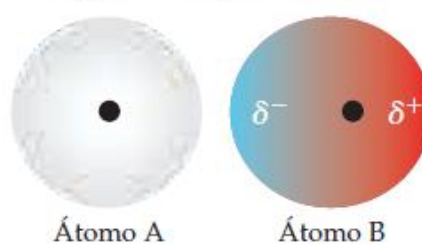
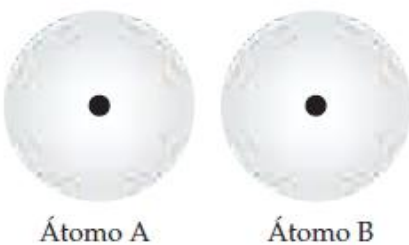
- Situación normal:** una molécula apolar tiene una distribución de carga simétrica.
- Situación instantánea:** un desplazamiento de la carga electrónica produce un dipolo instantáneo con una separación de cargas representada por δ^+ y δ^- .
- Dipolo inducido:** el dipolo instantáneo de la derecha induce una separación de carga en la molécula de la izquierda.

19

Esquemas de partículas subatómicas



Esquema de polarización



a) Dos átomos de helio, sin polarización

b) Dipolo instantáneo sobre el átomo B

c) Dipolo inducido sobre el átomo A

Polarizabilidad: facilidad con que una molécula puede distorsionarse por un campo eléctrico externo.

↑ Polarizabilidad ⇒ ↑ distorsión nube de electrones ⇒ ↑ fuerza London

Mayor tamaño molecular ⇒ mayor intensidad en las fuerzas de London

	MM	Peb.
F ₂	38	85
Cl ₂	71	239
Br ₂	160	332
I ₂	254	458



21

Generalmente:

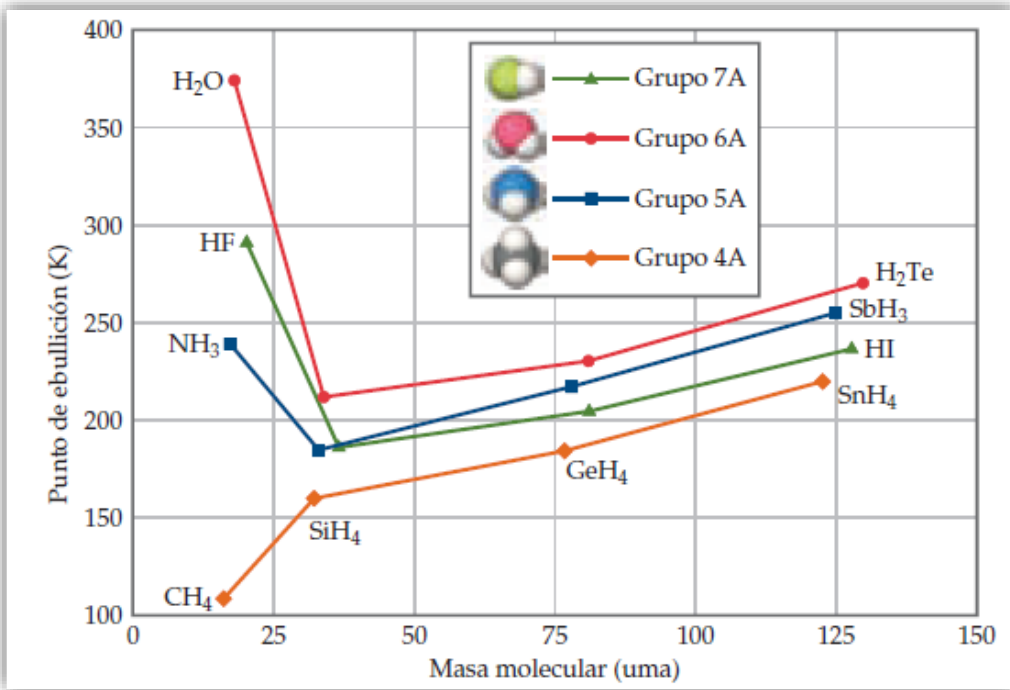
✓ Forma y peso molecular comparable:

- similares F. London

- se diferencian en dipolo- dipolo: mas polar → mas atracción

✓ Difieren en el peso molecular:

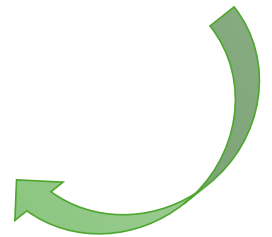
- a mayor PM → mayor F. London



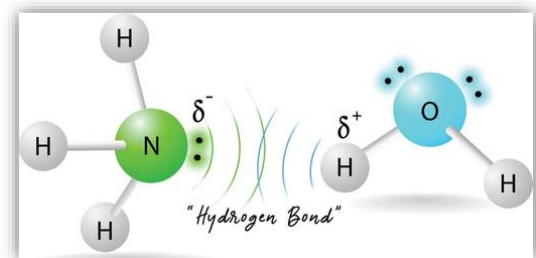
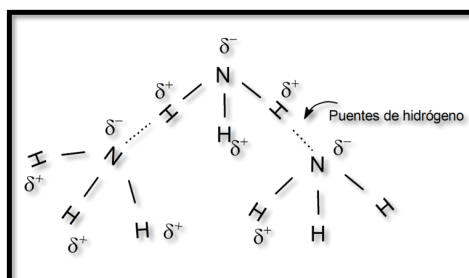
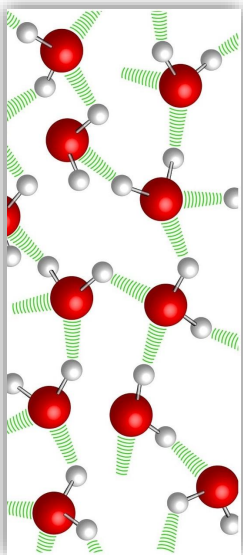
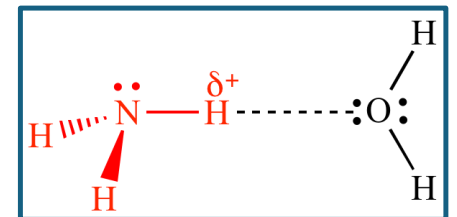
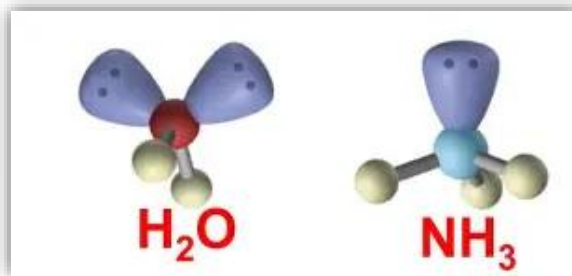
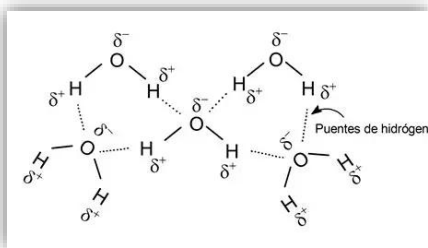
En cada período el P_{eb} aumenta con el PM

Excepción H₂O, HF y NH₃, que tienen un P_{eb} mas alto de lo esperado.

Puente de hidrógeno



23



24

¿Porqué el hielo flota en el agua?

El hielo es menos denso que el agua

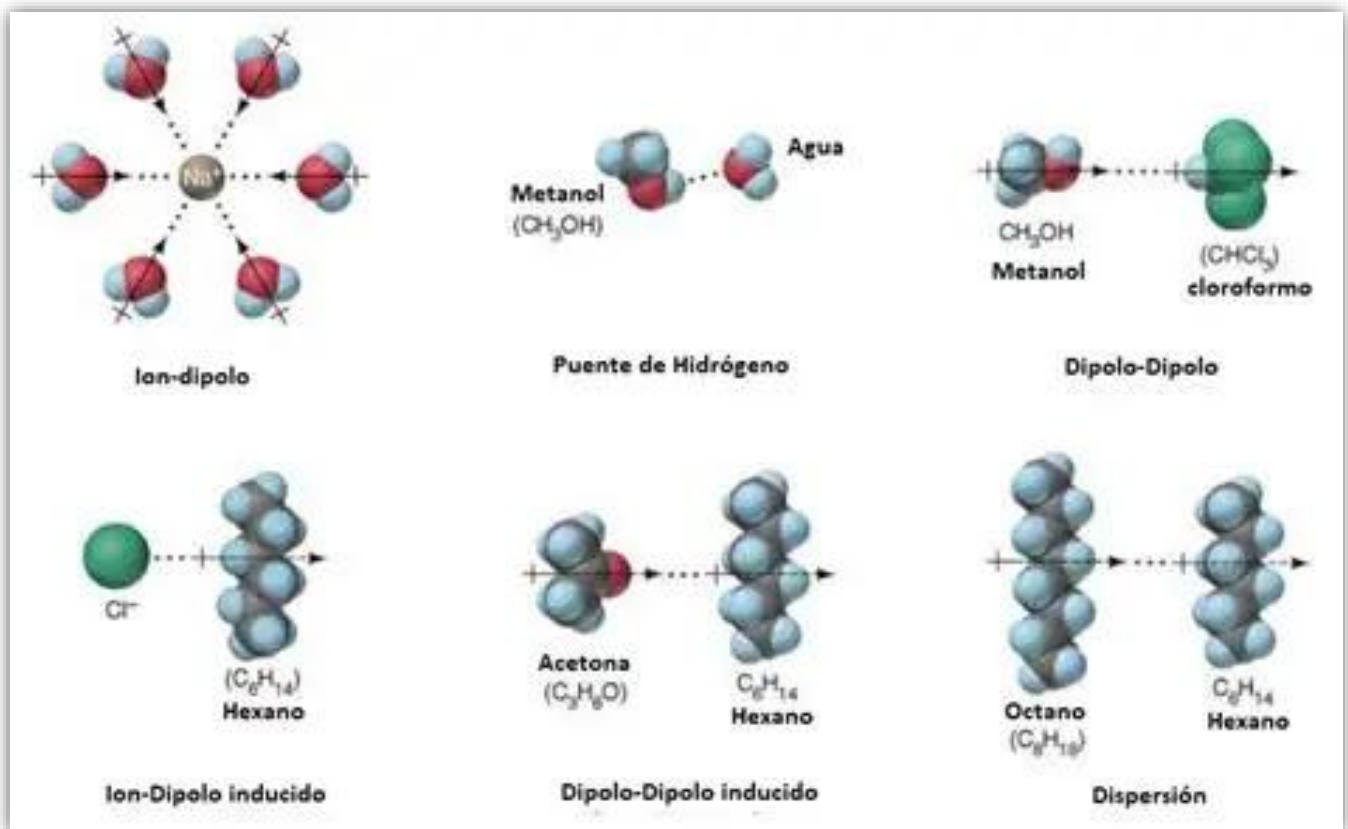
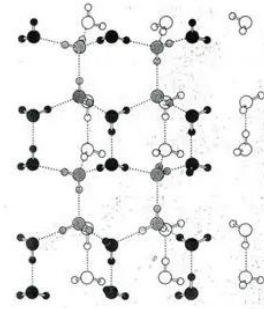
¿Porqué es menos denso?

Su estructura sólida queda más abierta que la del agua líquida, ocupa más volumen y su densidad disminuye.

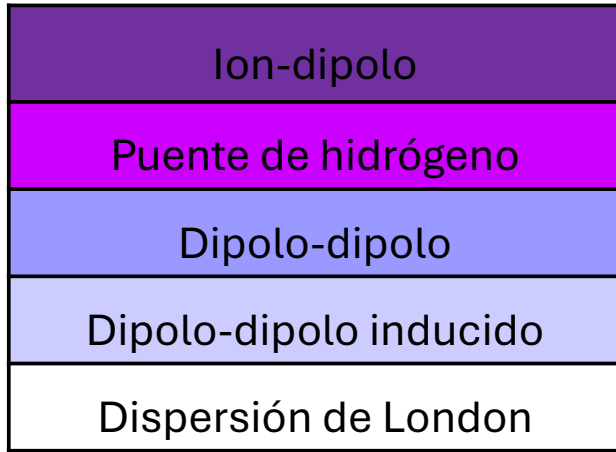
Los puentes H son la razón por la que las moléculas no terminan apretadas, sino acomodadas en una red más abierta. Esa red deja huecos y hace que el hielo tenga menor densidad



Puente Hidrogeno en el hielo



Intensidad de las fuerzas intermoleculares

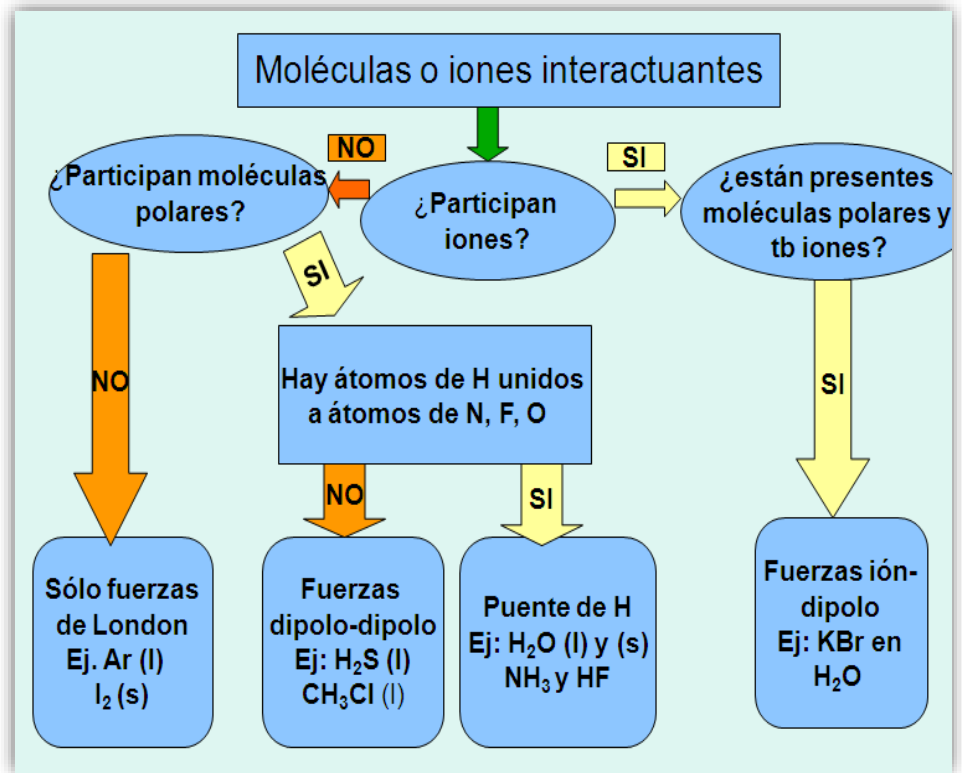


De menor a mayor intensidad

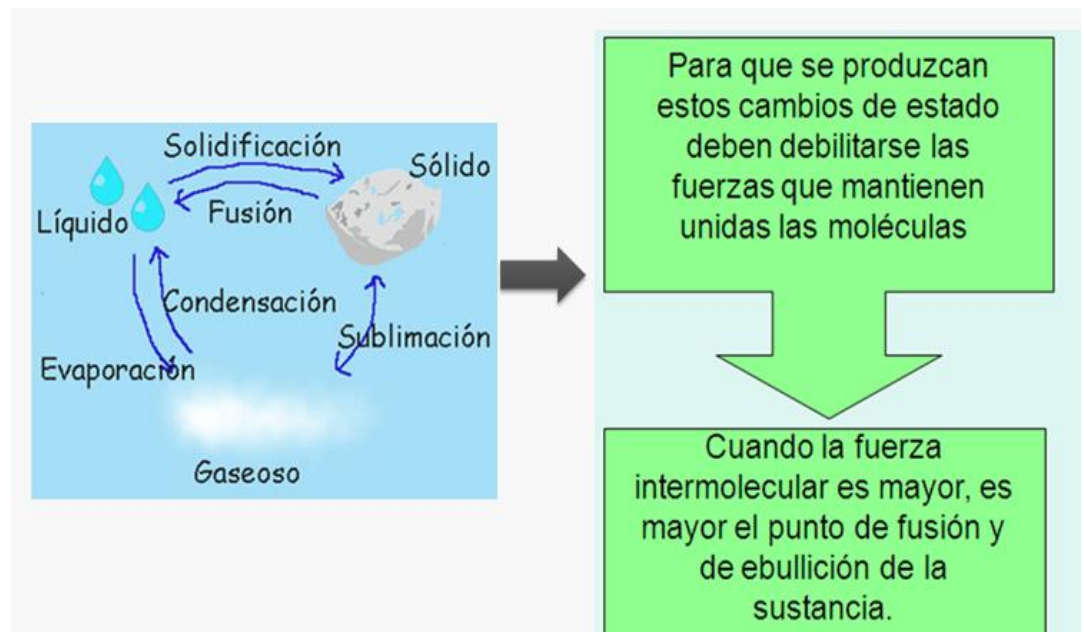
ENERGÍAS DE ENLACE E INTERMOLECULARES

<p>Enlace iónico 400-4000 kJ/mol</p>		<p>Ion-dipolo 40-600 kJ/mol</p>
<p>Enlace covalente 150-1100 kJ/mol</p>		<p>Puente de H 10-40 kJ/mol</p>
<p>Enlace metálico 75-1000 kJ/mol</p>		<p>Dipolo-dipolo 5-25 kJ/mol</p>
		<p>Ion-dipolo inducido 3-15 kJ/mol</p>
		<p>Dipolo-dipolo inducido 2-10 kJ/mol</p>
		<p>Dispersión (London) Dipolo instantáneo-dipolo inducido 0,05-40 kJ/mol</p>

¿Cómo identificar el tipo de fuerza interparticular?



¿Cuál es la relación entre los puntos de ebullición y fusión con las fuerzas interparticulares?



Type	Present in	Molecular perspective	Strength
Dispersion	All molecules and atoms		
Dipole-dipole	Polar molecules		
Hydrogen bonding	Molecules containing H bonded to F, O, or N		
Ion-dipole	Mixtures of ionic compounds and polar compounds		

<u>Sustancia</u>	<u>Tipo de sustancia</u>	<u>Interacción predominante</u>	<u>Punto de fusión (°C)</u>	<u>Punto de ebullición (°C)</u>
NaCl	Iónica	Iónica	801	1465
H ₂ S	Covalente polar	Dipolo-dipolo	- 83	- 62
H ₂ O	Covalente polar	Puente de Hidrógeno	0	100
CH ₄	Covalente no polar	London MM= 16,0 u	- 182,5	- 161,6
CCl ₄	Covalente no polar	London MM = 154 u	-23	77
Ne	Atómica	London MA = 20 u	- 249	-246

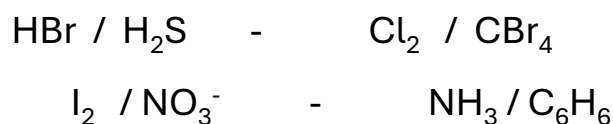
Aumenta la fuerza → aumenta el Peb y PF

¿Cuándo aumentan los puntos de fusión y de ebullición?

- ✓ Ión dipolo: (ión + molécula polar) mayor carga ión. Mayor momento dipolar
- ✓ Dipolo-dipolo: (molecular polares) mayor momento dipolar
- ✓ Puente H: (molécula polar con F, O, N + H de otra molécula)
- ✓ London: (moléculas apolares y polares) mayor peso molecular
- ✓ Dipolo-dipolo inducido (polar + apolar) mayor momento dipolar + mayor peso molecular

33

Ejercicio 1: ¿Qué tipos de fuerzas intermoleculares existen entre los siguientes pares?



Ejercicio 2: Señale el (los) tipo(s) de fuerzas intermoleculares que existen entre las moléculas (o unidades básicas) en cada una de las siguientes especies:



34

Ejercicio 3: De las siguientes especies:



¿Cuál presentará mayores fuerzas de dispersión intermoleculares?

¿Cuál tendrá mayores fuerzas de atracción dipolo-dipolo?

Ejercicio 4: Ordene las siguientes sustancias por su punto de ebullición creciente:

