



FUERZAS DE ENLACES INTERMOLECULARES

Fueron introducidas por el físico Van der Waals, para explicar la diferencia del comportamiento entre un gas real y un gas perfecto, es decir, aquel que obedece a la teoría cinética de los gases. En un gas perfecto, se supone que las moléculas no interaccionan unas con otras, mientras que Van der Waals debió admitir que entre las moléculas de un gas real existían unas fuerzas de interacción que reducían, por ejemplo; la presión ejercida por este gas.

Estas fuerzas a menudo se designan con el nombre de fuerzas de Van der Waals, éstas desempeñan un papel importante en la cohesión de moléculas líquidas o en cristales moleculares. Los líquidos moleculares constituyen la mayor parte de los compuestos orgánicos en estado líquido y de algunos compuestos orgánicos formados por enlaces covalentes. En ellos las moléculas están presentes de un modo individualizado y se desplazan unas con respecto a las otras. En los cristales moleculares, la red cristalina no esta formada por iones, sino por moléculas covalentes.



Metanol

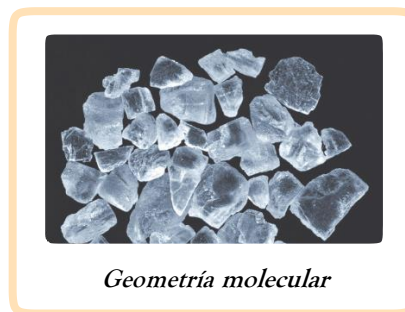
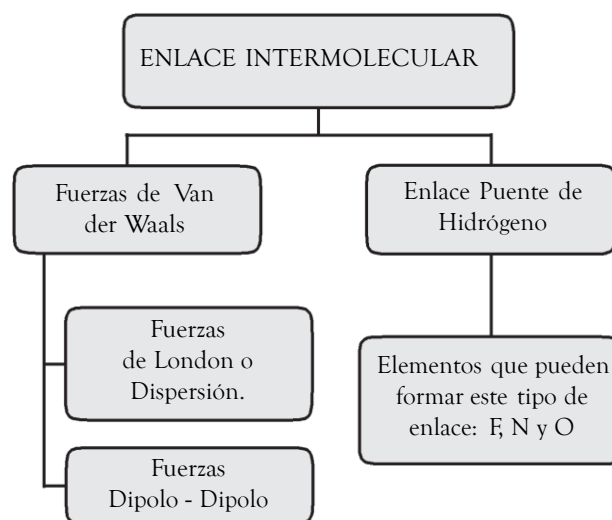
NATURALEZA DE LAS FUERZAS INTERMOLECULARES

Las fuerzas que existen entre átomos y moléculas tienen prácticamente un origen eléctrico, es decir, de naturaleza electrostática que consiste en atracciones y repulsiones. Las repulsiones son debidas a las nubes electrónicas y las atracciones se explican fácilmente en el caso de las

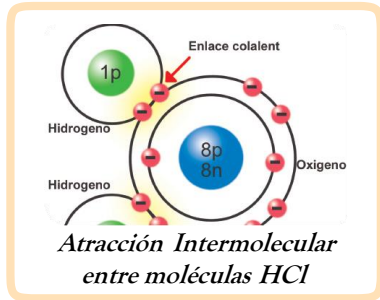
moléculas polares. La naturaleza de estas interacciones es de tres clases poco diferentes en su origen, pero que actúan simultáneamente constituyendo las fuerzas de Van der Waals.

¿QUÉ SON FUERZAS DE VAN DER WAALS?

Son fuerzas intermoleculares que mantienen unidas a moléculas covalentes no polares, Estas fuerzas aparecen como consecuencias de un desarreglo electrónico momentáneo que inducen la aparición de "polos", estas fuerzas son momentáneas y relativamente débiles.



Geometría molecular



Las fuerzas intermoleculares son las principales responsables de las propiedades macroscópicas de la materia, por ejemplo: punto de ebullición y punto de fusión. Las fuerzas intermoleculares generalmente son más débiles que los enlaces iónicos o covalentes.



Se requiere menor energía para vaporizar un líquido o fundir un sólido que romper los enlaces covalentes de las moléculas. Así cuando el HCl pasa de líquido a gas las moléculas quedan intactas. Algunas propiedades sobre las que influyen las fuerzas intermoleculares (FIM) son:

a. Punto de Ebullición

El punto de ebullición de las sustancias reflejan la magnitud de las fuerzas intermoleculares que actúa entre las moléculas.

b. Punto de Fusión

El punto de fusión de las sustancias aumentan con la intensidad de las fuerzas intermoleculares.

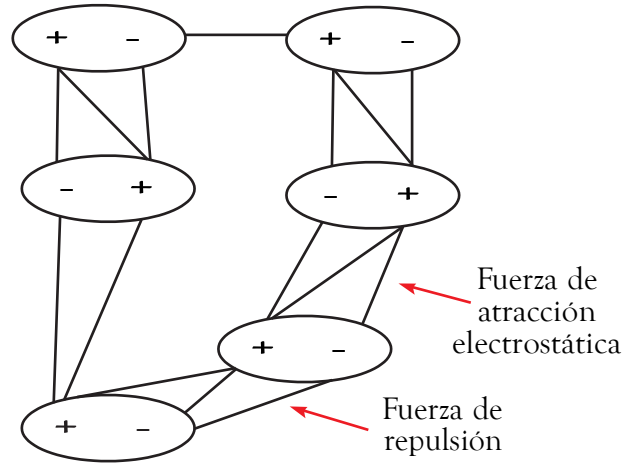
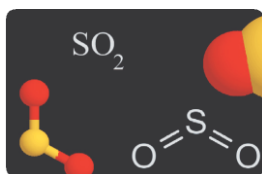
FUERZAS DIPOLO - DIPOLO

Se produce en moléculas polares neutras. Las moléculas polares se atraen cuando el extremo positivo de una de ellas; está cerca del extremo negativo de la otra. Para moléculas con masa molares y tamaños parecidos la intensidad de las atracciones intermoleculares aumentan al aumentar la polaridad. Las fuerzas dipolo - dipolo son comúnmente mucho mas débiles que los enlaces iónicos o covalentes.

Fetanol

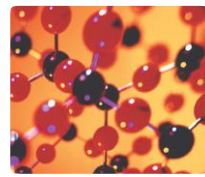


Urea

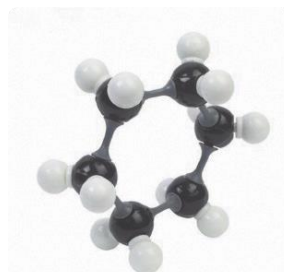
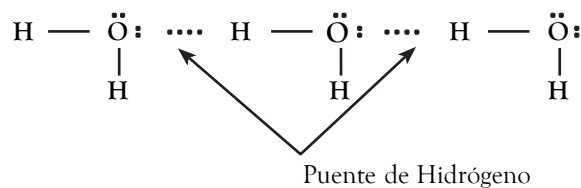
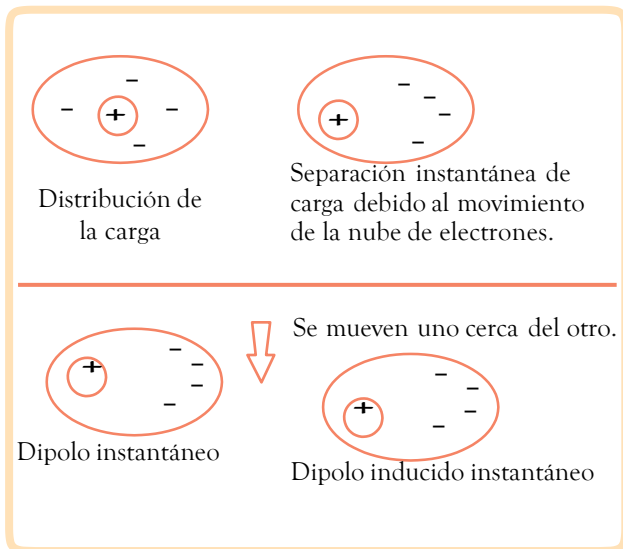


FUERZAS DE DISPERSIÓN O DE LONDON

Si un ion o molécula polar se acerca a un átomo (o molécula no polar) la distribución electrónica del átomo (o molécula) se distorsiona por la fuerza que ejerce el ion o la molécula polar, dando lugar a una clase de dipolo. Se dice que el dipolo del átomo (o molécula no polar) es un dipolo inducido porque la separación de sus cargas positivas y negativas se debe a la proximidad de un ion o una molécula polar. La atracción entre un ion y el dipolo inducido se conoce como interacción ion-dipolo inducido, en tanto que la atracción entre una molécula polar y el dipolo inducido se conoce como interacción dipolo-dipolo inducido. Las fuerzas de dispersión son las fuerzas de atracción que se generan por los dipolos temporales inducidos en los átomos o moléculas. La intensidad de las Fuerzas de dispersión de London tiende a aumentar conforme aumente el tamaño molecular o el peso molecular.



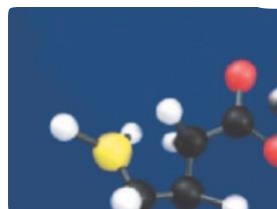
Fuerza de Dispersión de London



Interacción Ion- Dipolo



Interacción Dipolo - Dipolo

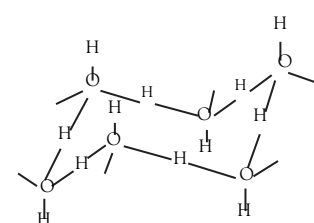


PUNTOS DE FUSIÓN DE COMPUESTOS NO POLARES SEMEJANTES	
COMPUESTO	PTO. DE FUSIÓN (°C)
CH ₄	- 182,5
CF ₄	- 150,0
CCl ₄	- 23,0
CBr ₄	90,0
Cl ₄	171,0

PUENTE DE HIDRÓGENO

El enlace puente de hidrógeno es una fuerte atracción intermolecular en la que los átomos de "H" forman "enlaces puentes" entre átomos de alta electronegatividad en moléculas adyacentes. Se presenta en compuestos en la que los átomos de H están enlazados con átomos electronegativos tales como N, el O y el F (como el NH₃, H₂O, HF). El enlace hidrógeno es una fuerza más débil que el enlace iónico o el covalente, pero generalmente más fuerte que las Fuerzas de London y las de atracción dipolo-dipolo.

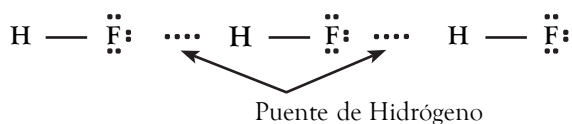
En general el punto de ebullición se eleva al aumentar las Fuerzas de Dispersión. La excepción más notable a esta regla es el H₂O, NH₃ y HF (agua, amoníaco y fluoruro de hidrógeno). Estas anomalías en las tendencias generales se deben a la presencia de puentes de hidrógeno.



Puente de Hidrógeno del agua



Puente de Hidrógeno entre etanol y agua



Puntos de ebullición de los compuestos hidrogenados binarios de los grupos IV al VIIA.

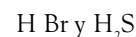
IVA Punto de ebullición (°C)		VA Punto de ebullición (°C)		VIA Punto de ebullición (°C)		VIIA Punto de ebullición(°C)	
C H ₄	- 161,5	N H ₃	- 33,4	H ₂ O	100	H F	- 119,6
Si H ₄	- 111,8	P H ₃	- 88,0	H ₂ S	- 61,8	H Cl	- 83,7
Ce H ₄	- 90,0	As H ₃	- 55,0	H ₂ Se	- 42,0	H Br	- 67,0
Sn H ₄	- 52,0	Sb H ₃	- 17,0	H ₂ Te	- 2,0	H I	- 36,0

Como se puede apreciar, los datos de la tabla anterior para los compuestos del grupo IVA, el punto de ebullición aumenta a medida que aumenta el peso molecular.

Para los compuestos del grupo VA, VIA y VIIA se deberá cumplir lo mismo; sin embargo el N H₃, el H₂O y HF presentan puntos de ebullición mucho mayores de los que les corresponderían, debido a que en ello está presente la unión intermolecular de tipo Puente de Hidrógeno, la que determina la presencia de una mayor fuerza intermolecular.

Ejercicios Resueltos

- 1) Indica qué tipo de fuerzas intermoleculares existen en las siguientes moléculas:



Solución:

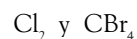
Para identificar las fuerzas intermoleculares conviene clasificar a las especies participantes como:

- Moléculas no polar
- Moléculas polares y
- Iones

Recuerda:

Las fuerzas de Dispersión o Fuerza de London existen entre todas las especies, tanto el HBr como el H₂S son moléculas polares de modo que en ellas se establece la fuerza dipolo-dipolo, además de las fuerzas de dispersión.

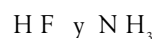
- 2) Indica qué tipo de fuerzas intermoleculares existen en las siguientes moléculas:



Solución:

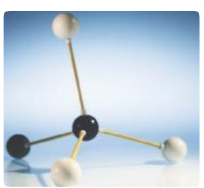
Para identificar la fuerza intermolecular se utiliza los pasos anteriores. Tanto el Cl₂ como CBr₄ son moléculas no polares, de modo que en ellas sólo existen fuerza de dispersión (Fuerzas de London).

- 3) Indica qué tipo de fuerzas intermoleculares tienen las siguientes moléculas.

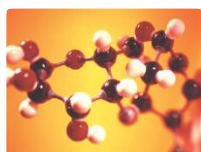


Son moléculas polares, pero el H está enlazado con átomos muy electronegativos [F, N], entonces la fuerza intermolecular será puente de hidrógeno.

Etanol



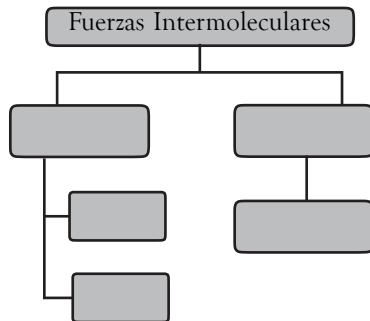
Ácido Acético



Neptuno
Forma de núcleo de capa de agua amoniaca y Metano.

Resolviendo en clase

1 Completa el cuadro:



Resolución:

Rpta:

2 Completa:

Son propiedades sobre las que influyen las fuerzas intermoleculares: _____ y _____ .

Resolución:

Rpta:

3 Completa:

Las fuerzas de Van der Waals son fuerzas intermoleculares que mantienen unidas a moléculas _____ .

Resolución:

Rpta:

4 Completa:

Las fuerzas dipolo - dipolo se producen en _____ .

Resolución:

Rpta:

5 Menciona ejemplos de:

✦ **FUERZAS DIPOLO - DIPOLO**

✦ Fuerzas de Dispersión (London)

✦ Fuerzas de Puente de hidrógeno

Resolución:

6 Coloca los tipos de fuerza intermolecular que presentan:

CO₂ :

C₄H₁₀ :

CH₃OH :

H₂S :

Resolución:

Rpta:

Rpta:

Ahora en tu cuaderno

* **Completa:**

7. Se produce entre átomos de hidrógeno y átomos de mayor electronegatividad (F, O y N).

_____.

8. La fuerza intermolecular de puente de hidrógeno es mayor que _____ y éste mayor que _____.

9. Los puntos de ebullición de una serie de compuestos suelen aumentar con la _____.

10. Señala el tipo de fuerzas intermoleculares que existen entre las moléculas en la siguiente especie: Li F

11. Indica a qué se debe que el NH₃, H₂O y el HF presenten punto de ebullición mayores de los que les corresponderían si son compuestos más ligeros.

12. El carácter polarizable de los gases que contienen átomos o moléculas no polares por ejemplo: He, N₂ pertenece a la fuerza de _____.

Para reforzar

1. ¿En qué sustancia no existe enlace puente de hidrógeno?

- a) H_2O b) NH_3 c) CH_3OH
d) HF e) H_2

2. Indica verdadero (V) o falso (F).

Los enlace H_2O y C_2H_5OH presentan puente de hidrógeno. ()

El enlace entre H_2O y el NH_3 presenta puente de hidrógeno. ()

El H_2S presenta puente de hidrógeno. ()

3. Relaciona correctamente los cuadros con los números romanos.

A Puente de Hidrógeno

B Fuerzas dipolo - dipolo

C Fuerzas de Dispersión (London)

I. Moléculas polares.

II. Moléculas no polares.

III. $H - F$, $H - O$ y $H - N$

4. De las moléculas, indica cuáles son dipolo - dipolo.

- I. CO_2 II. CH_4
III. H_2O IV. HF

5. Marca las que tienen puente de hidrógeno de las siguientes moléculas:

- a) H_2O b) CCl_4 c) HF
d) C_2H_5OH e) NH_3

6. Indica cuántos de los siguientes compuestos tienen fuerza dipolo - dipolo.

CO_2 , CH_3Cl , SiH_4 , H_2O

- a) 1 b) 4 c) 2 d) 0
e) 3

7. ¿En qué molécula no existe enlace puente de hidrógeno?

- a) H_2O b) HF c) CH_3OH
d) Cl_2 e) NH_3

8. Relaciona usando flechas.

- HF

Puente de hidrógeno

- Cl_2

- H_2S

Fuerza dipolo - dipolo

- CCl_4

- HCl

Fuerza de London (dispersión)

- CH_4

9. Indica qué molécula tiene fuerza dipolo - dipolo

- a) CH_3Cl b) CCl_4 c) CO_2
d) CH_4 e) BCl_3

10. ¿Qué tipo de fuerzas intermoleculares existen entre NH_3 y C_6H_6 ?

11. Ordena de forma creciente según la fuerza de interacción.

- Enlace puente de hidrógeno (EPH)
- Enlace covalente (C)
- Fuerza de London (L)
- Fuerza dipolo - dipolo (D - D)

- a) EPH, C, L, D - D b) L, D - D, EPH, C
c) L, EPH, D - D, C
d) EPH, C, D - D, L e) D - D, L, EPH, C

12. El NH_3 , H_2F_2 y H_2O tienen mayor punto de ebullición que los demás hidruros de sus respectivos grupos debido a su:

- a) Volatilidad b) Apolaridad c)
Mayor peso molecular
d) Menor tamaño e) Puente de hidrógeno