

Fuerzas intermoleculares y Sólidos

Conceptos Previos

Estados de la Materia

Líquido, Sólido y Gaseoso. Éstos son los estados principales en que podemos encontrar a la materia

Los factores fundamentales que permiten cambiar de fase o estado, son la temperatura y la presión.

Los gases, poseen baja densidad, alta compresibilidad y ocupan todo el espacio de su contenedor. Sus componentes están muy lejos uno de otro (unidos débilmente) y se mueven aleatoriamente a altas velocidades.

Los sólidos, son rígidos con una densidad mayor y con poco compresibles. Los componentes están unidos muy cerca uno de otro mediante grandes fuerzas atractivas.

Los líquidos están entre los gases y los sólidos, las fuerzas que mantienen unidos a los componentes son fuertes, pero no tanto como para que sea rígido. Los líquidos comparten la capacidad de ocupar el espacio del recipiente que los contiene de los gases, y la alta densidad y poca compresibilidad de los sólidos.

Fuerzas Intermoleculares

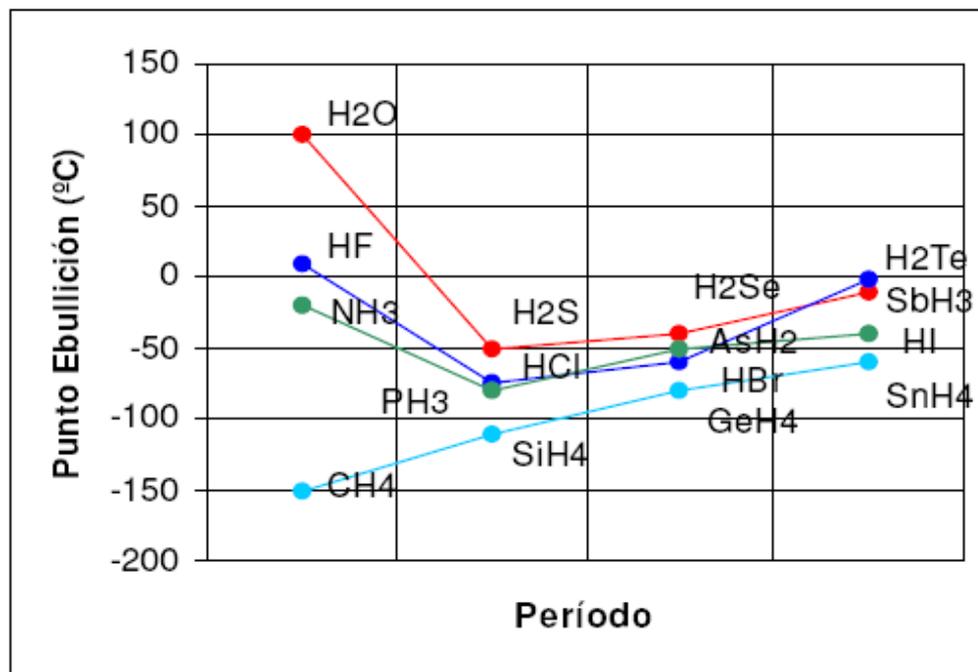
Conocemos que la estructura del agua es H_2O , ésta se compone de dos Hidrógenos unidos a un átomo de Oxígeno mediante enlaces simples. Los tipos de fuerzas que hemos visto hasta el momento corresponden a fuerzas *intramoleculares*. Ahora en un litro de agua o un kilogramo de hielo no encontramos una sola molécula de H_2O , sino cientos de conglomerados de éstas, al igual que en un cierto volumen de vapor de agua... Sabemos que las moléculas y átomos no cambian su composición al cambiar de fases (gas - vapor - líquido - sólido). Entonces. ¿Qué mantiene unidas a las moléculas entre sí?

Las moléculas permanecen unidas mediante distintos tipos de fuerzas que dependen de las propiedades de la molécula (momento dipolar, electronegatividad de los átomos, carga eléctrica, etc...). Estas fuerzas se denominan *intermoleculares* ya que son entre las moléculas y no dentro de ellas. Estas fuerzas cumplen un rol importante en las propiedades físicas de los materiales (punto de fusión, ebullición, etc).

Dipolo-Dipolo: Se observa en moléculas que poseen momento dipolar. Acá las moléculas se orientan de tal forma que maximizan las uniones polo + y polo - y minimizan las uniones polo + polo + y polo - polo -. Cabe destacar que un tamaño pequeño de los átomos y moléculas facilitan la atracción entre moléculas y por tanto facilitan las uniones dipolo dipolo. Se vuelven débiles al aumentar la distancia entre moléculas. Entonces, para presiones bajas en un estado gaseoso, estas fuerzas se vuelven despreciables.

Puentes de Hidrógeno: Corresponde a un caso particular de las fuerzas dipolo-dipolo. Aparte de las uniones dipolo-dipolo, los Hidrógenos se unen a átomos de electronegatividad alta (N, O, F). Esta atracción crea una fuerza adicional llamada *punte de Hidrógeno*, la cual es fuerte.

Si observamos el siguiente gráfico (Punto de Ebullición vs. Período), nos damos cuenta que los compuestos hidrogenados del período 2 (H_2O , HF , NH_3) poseen altos puntos de ebullición por los puentes de Hidrógeno que se forman. El metano (CH_4), posee bajo punto de ebullición (es fácil separar las moléculas, recuerden que en fase gaseosa las uniones intermoleculares son débiles) porque es apolar y no posee puentes de Hidrógeno.



Fuerzas de Dispersión de London: Son de carácter débil y surgen al explicar el tipo de cohesión que mantiene unidas a moléculas apolares y a gases nobles (que existen incluso en fase sólida y líquida bajo ciertas condiciones). A medida que los electrones se mueven alrededor del núcleo, se forman distribuciones asimétricas de carga, produciendo un estado de *dipolo temporal o dipolo instantáneo*. Ésta fuerza aumenta con el tamaño de la nube, por lo tanto aumenta con el número atómico (Z).

Tipos y propiedades de los sólidos

Tipo	Atómico			Molecular	Iónico
	Red Covalente	Metálico	Gas Noble		
Unidad Estructural	Átomos	Átomos	Átomos	Moléculas	Iones
Tipo de Enlace	Covalente Direccional	Covalente deslocalizado	Fzas. de London	dipolo-dipolo, Fzas. de London	Iónico
Propiedades	Duros, Alto Punto de Fusión, Aislante.	Conductores	Puntos de Fusión bajos	Baja Dureza, Bajo Punto de Fusión, Aislantes.	Duros, Alto Punto de Fusión, Aislantes.
Ejemplos	Diamante, Carbono, Fullerenos.	Electrum, Au, Fe, Bronce.	Ar _(s)	Hielo, Hielo Seco.	Halita (NaCl), Fluorita (CaF ₂), Silvina (KCl)

P1. Identificar los tipos de fuerzas presentes en las fases sólidas de los siguientes compuestos: H₂S, Xe, C₂H₆, Cs, Hg, P₄, H₂O.

H₂S: (Ácido Sulhídrico) Molécula polar, por lo tanto posee dipolo-dipolo y fuerzas de London (FDL).

Xe: Por definición, Fuerzas de London.

C₂H₆: (Etano) Molécula Apolar, por lo tanto posee Fuerzas de Dispersión de London (FDL).

Cs: (Metal Alcalino) Posee enlace metálico.

Hg: (Metal de transición) Enlace metálico.

P₄: (Sólido Molecular) FDL.

H₂O: (Molécula Polar con un átomo muy electronegativo) Puentes de Hidrógeno y FDL.

P2. Explique las diferencias de los puntos de ebullición de los siguientes pares de compuestos.

1. n-Pentano $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (32.6 °C)

2. Dimetil-Eter CH_3OCH_3 (-25°C)

3. HF (20°C)

4. TiCl_4 (136°C)

5. HCl (-85°C)

Neopentano $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ (9.5°C)

Etanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (79°C)

HCl (-85°C)

LiCl (1360°C)

LiCl (1360°C)

Solución:

1. El Neopentano es más compacto que el n-Pentano por lo que posee menor *área de contacto*. Ambas son moléculas apolares, por lo que poseen FDL.
2. El etanol posee puentes de Hidrógeno.
3. El ácido Fluorhídrico (HF) posee puentes de Hidrógeno.
4. El Cloruro de Litio es una sal iónica (enlace iónico).
5. El Cloruro de Litio es una sal iónica (enlace iónico).

P3. Seleccione la molécula que cumple mejor la propiedad indicada.

1. Mayor punto de fusión: Hg, NaCl, N_2

2. Menor Tensión Superficial: H_2O , CH_3CN , CH_3OH .

3. Mayor Viscosidad: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.

Solución:

1. NaCl por ser sal iónica.
2. CH_3CN posee puentes de Hidrógeno no tan fuertes como si tuviera Oxígeno.
3. Viscosidad es la resistencia de un líquido a moverse. El aceite es más viscoso que el agua, porque posee fuerzas intermoleculares mayores. La bencina posee baja viscosidad. De las tres moléculas, la que posee mayores puentes de hidrógeno es $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, por lo que será la más viscosa de las tres.

P4. Considere los siguientes puntos de fusión:

Compuesto	NaCl	MgCl ₂	AlCl ₃	SiCl ₂	PCl ₃	SCL ₂	Cl ₂
PF (° C)	801	708	190	-70	-91	-78	-101
Compuesto	NaF	MgF ₂	AlF ₃	SiF ₄	PF ₅	SF ₆	F ₂
PF (° C)	997	1396	1040	-90	-94	-56	-220

Indique los cambios y tendencias de los puntos de fusión con respecto a los tipos de fuerzas intermoleculares.

Solución:

Agrupamos a los compuestos según los tipos de fuerzas intermoleculares que tengan.

Iónica (puntos de fusión altos): NaCl, MgCl₂, NaF, MgCl₂, AlF₃.

Covalentes Apolares (FDL): SiCl₄, SiF₄, Cl₂, F₂, PF₅, SF₆.

Covalentes polares (dipolo-dipolo): PCl₃, SCL₂.