

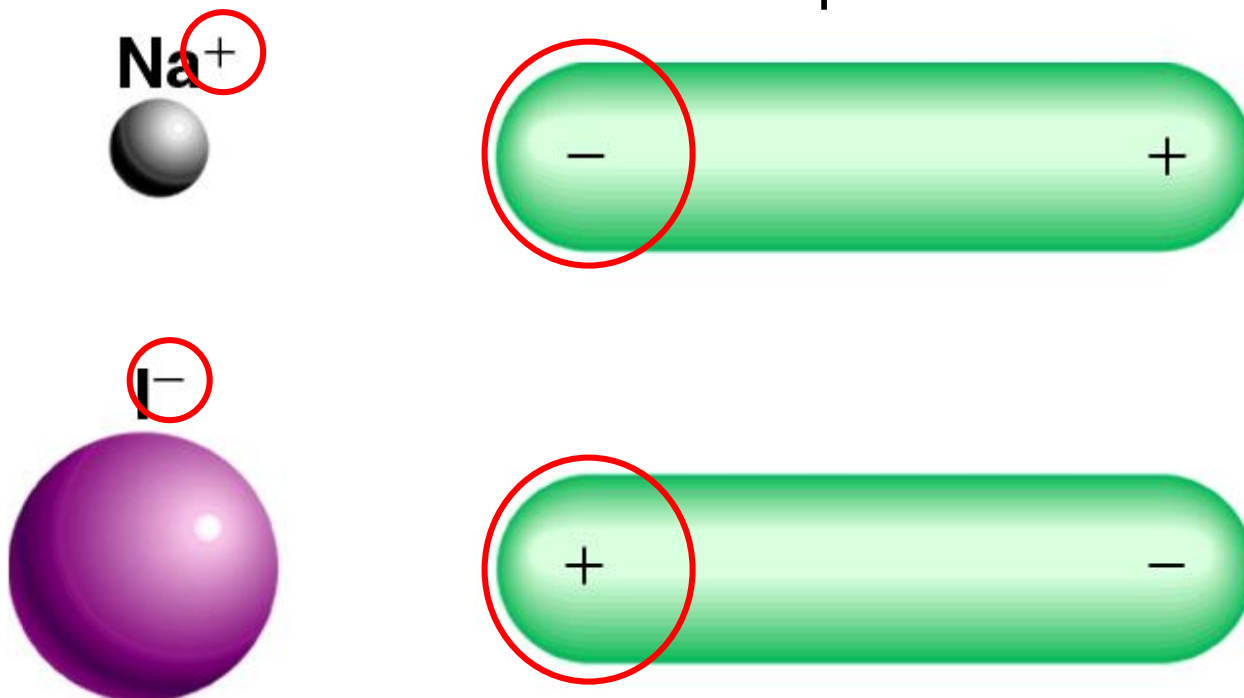
Fuerzas intermoleculares

Química IS-2018

Fuerzas ion-dipolo

Fuerzas de atracción entre un **ión** y una **molécula polar** en la que podemos ver un **dipolo**. ($\mu \neq 0$)

Interacción ion-dipolo



Fuerzas intermoleculares

Fuerzas de dispersión

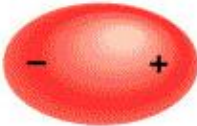
Fuerzas de atracción que se generan como resultado de los **dipolos temporales inducidos** en átomos o moléculas



Catión



Dipolo inducido

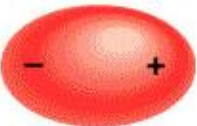


Interacción ión-dipolo inducido

Dipolo



Dipolo inducido



Interacción dipolo-dipolo inducido

Fuerzas intermoleculares

Fuerzas de dispersión London

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

La polarización aumenta con:

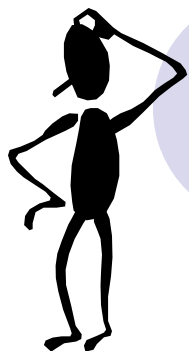
- mayor número de electrones
- más difusa la nube del electrón



Las fuerzas de dispersión aumentan con la masa molar

Puntos de fusión de compuestos no polares similares

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



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

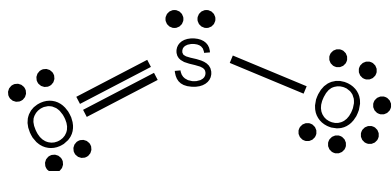
HBr

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

CH₄

CH₄ es no polar: fuerzas de dispersión.

SO₂



SO₂ es una molécula polar: fuerzas dipolo-dipolo. Hay también fuerzas de dispersión entre las moléculas SO₂.

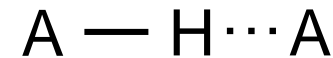
Fuerzas intermoleculares

Enlace de hidrógeno

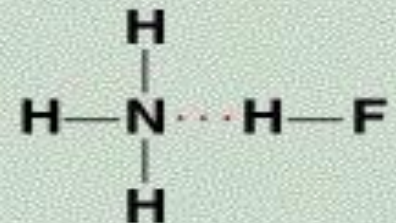
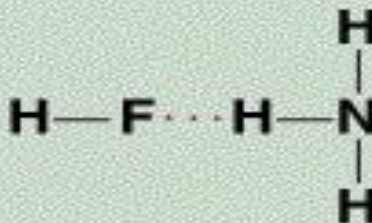
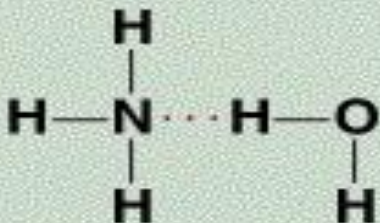
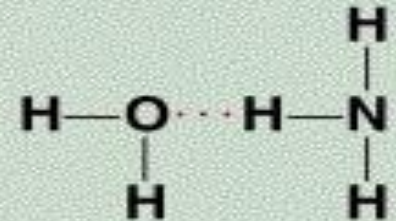
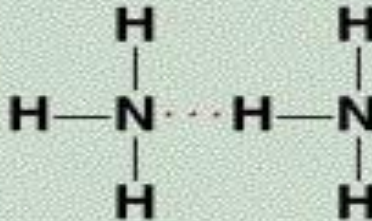
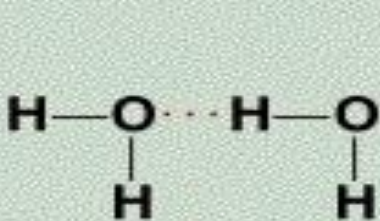
El enlace de hidrógeno es una interacción especial dipolo-dipolo entre ellos y el átomo de hidrógeno en un enlace polar N-H, O-H, o F-H y un átomo electronegativo de O, N, o F.



O

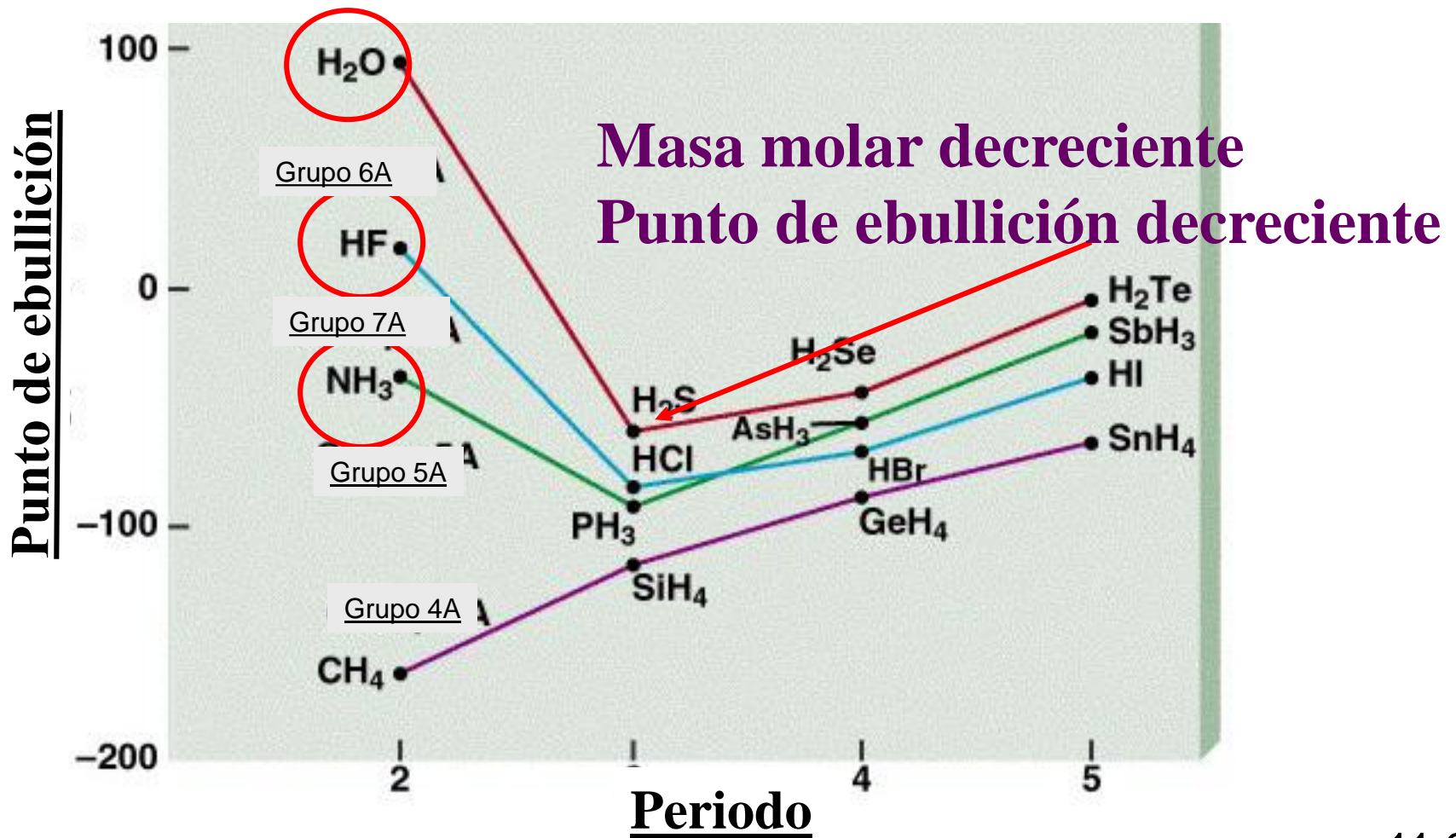


A y B son N, O, o F





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



<i>Tipo de interacción</i>	<i>Principales factores responsables de la energía de interacción</i>	<i>Energía Típica* en kJ/mol</i>	<i>Dependencia de la energía con la distancia</i>
Ion-ion	Carga de los iones	250	$1/d$
Enlace de hidrógeno	(tipo especial de interacción dipolo-dipolo)	20	
Ion-dipolo	Carga del ion; momento dipolar	15	$1/d^2$
Dipolo-dipolo	Momentos dipolares	2 a 0,3	$1/d^3$ a $1/d^6$
Dispersión o London	Polarizabilidades	2	$1/d^6$
Dipolo-dipolo inducido	Momento dipolar; polarizabilidad	0,05	

* A una distancia de 5,00 Å

Tabla 7.3. Contribuciones aproximadas a la energía total de interacción entre moléculas en kJ/mol.

<i>Molécula</i>	<i>Momento dipolar permanente (D)</i>	<i>Energía permanente dipolo-dipolo</i>	<i>Energía de London</i>	<i>Energía total</i>	<i>Entalpía molar de vaporización (kJ/mol)</i>
Ar	0	0	8,5	8,5	6,7
CO	0,1	0	8,7	8,7	8,0
HCl	1,03	3,3	17,8	21	16,2
NH ₃	1,5	13*	16,3	29	27,4
H ₂ O	1,8	36*	10,9	47	40,7

* Enlace de hidrógeno



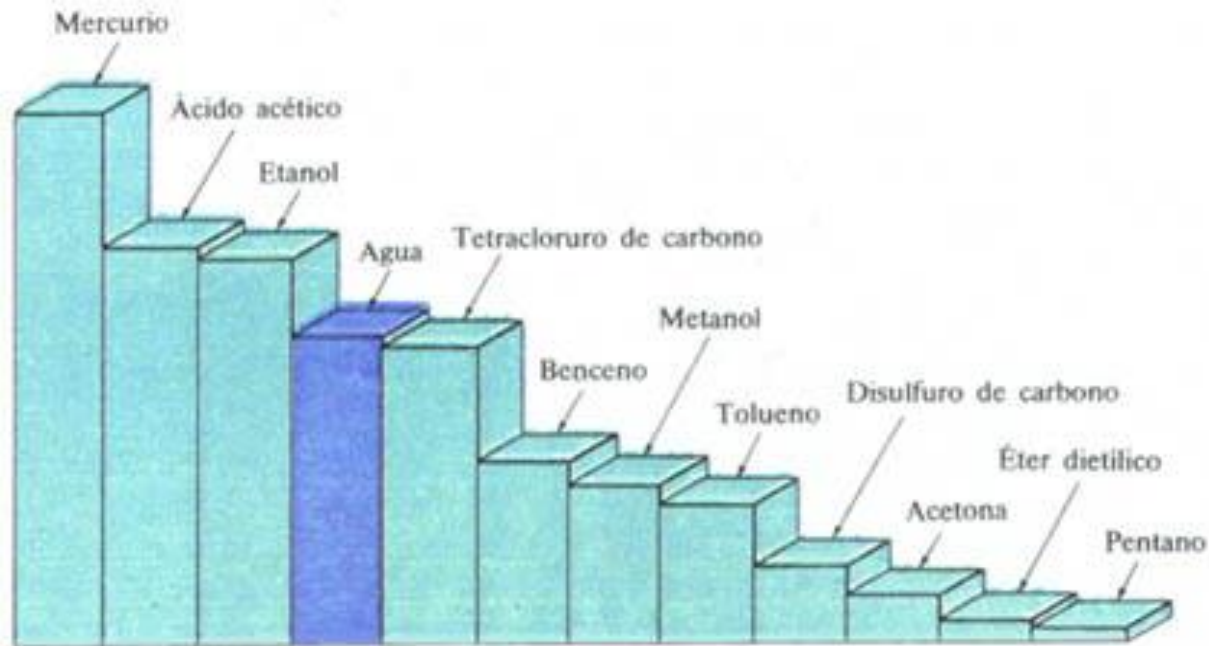
Propiedades de los Líquidos

Propiedades de los líquidos

Viscosidad – Resistencia a fluir

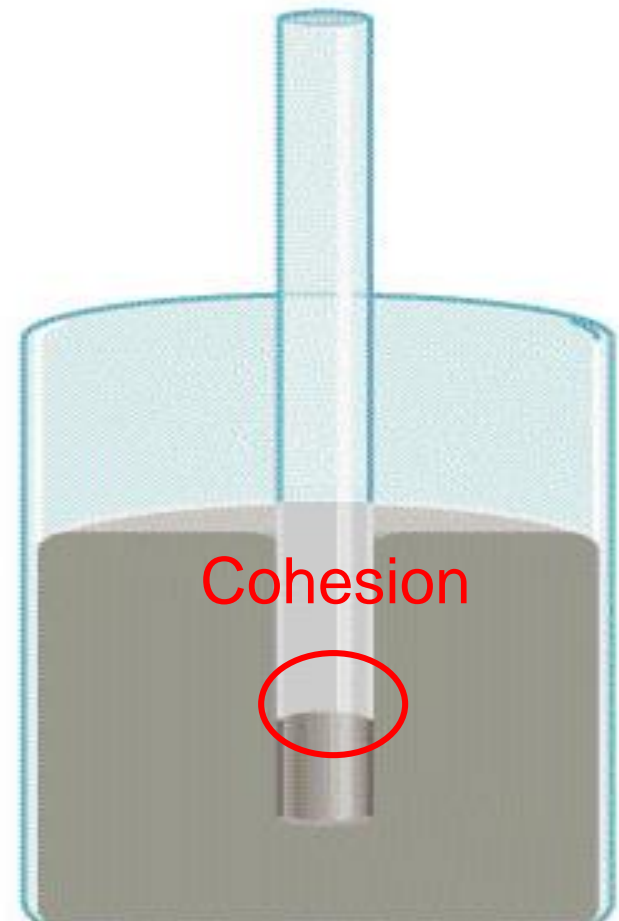
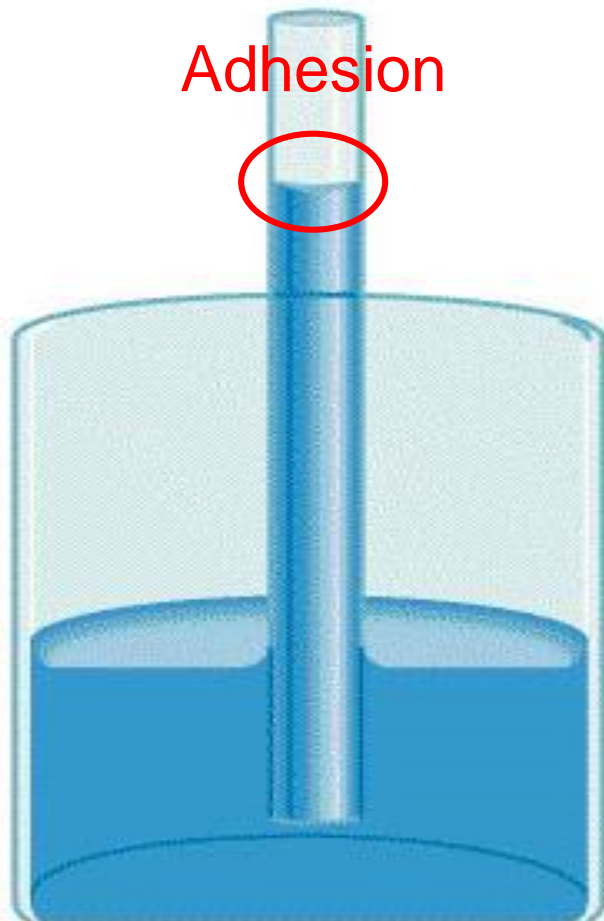
↑ Fuerzas intermoleculares ↑ Viscosidad ↑ Temperatura;

↓ Fuerzas Intermoleculares ↓ Viscosidad

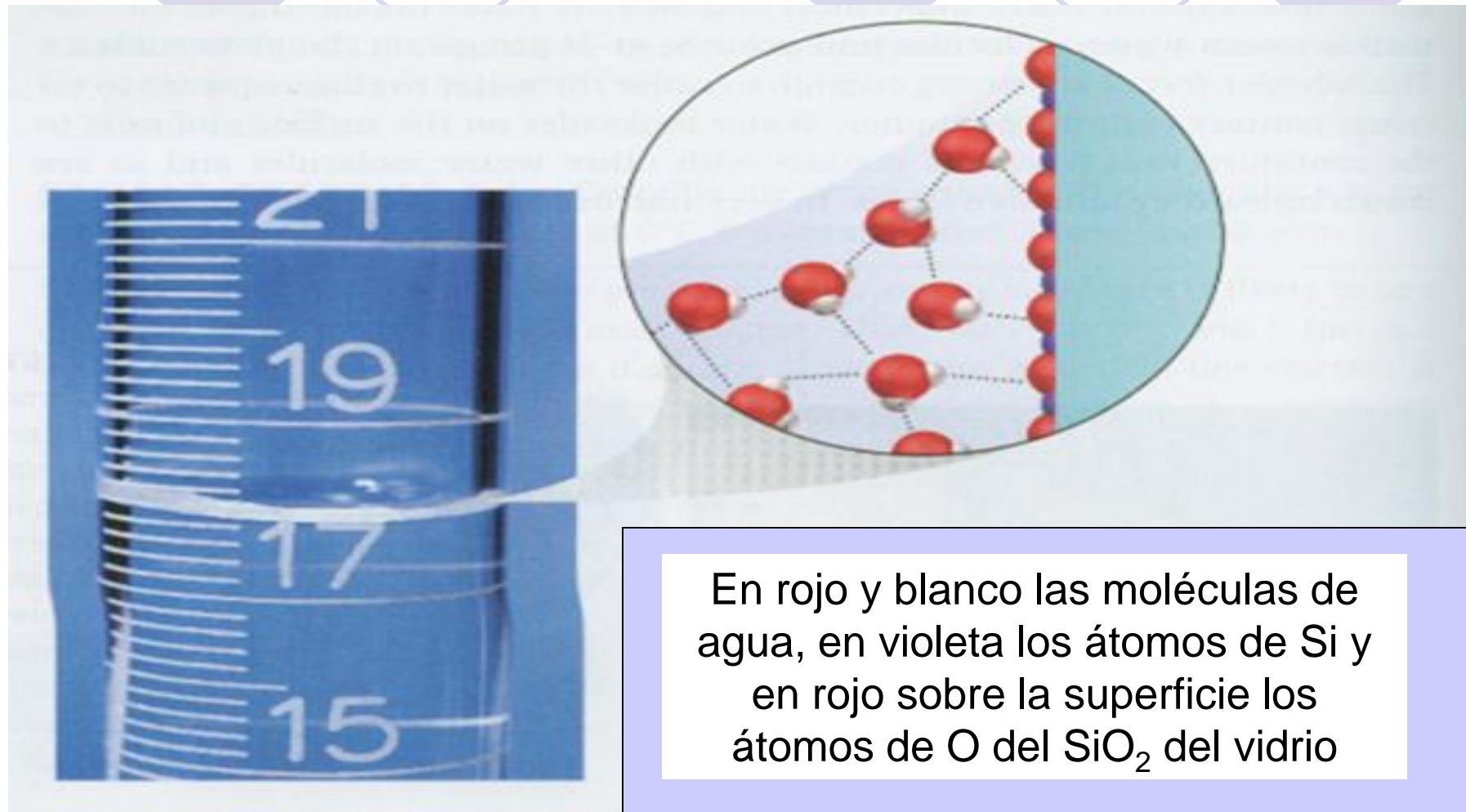


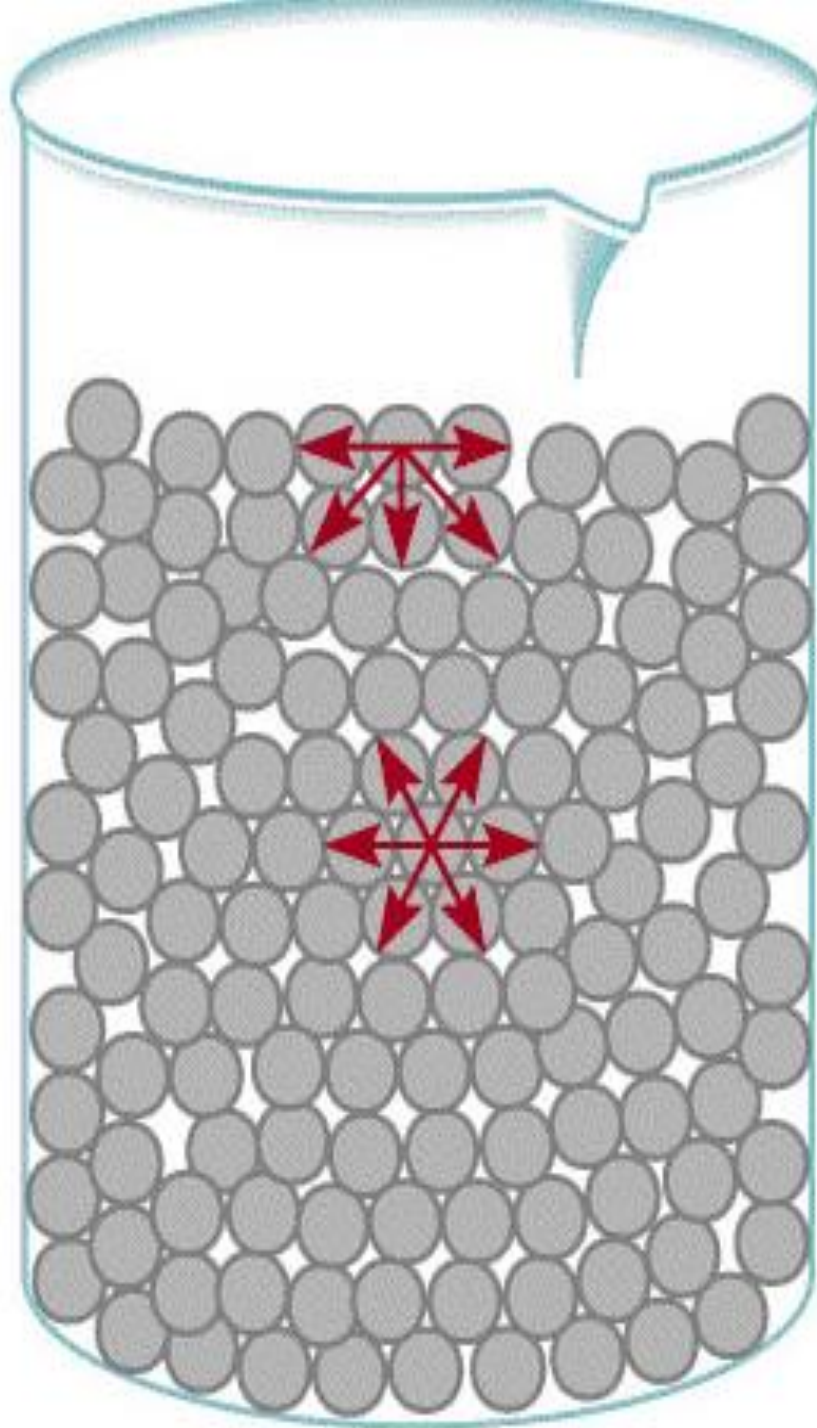
Cohesión es la atracción intermolecular entre moléculas iguales

Adhesión es la atracción entre moléculas diferentes



Menisco cóncavo del agua

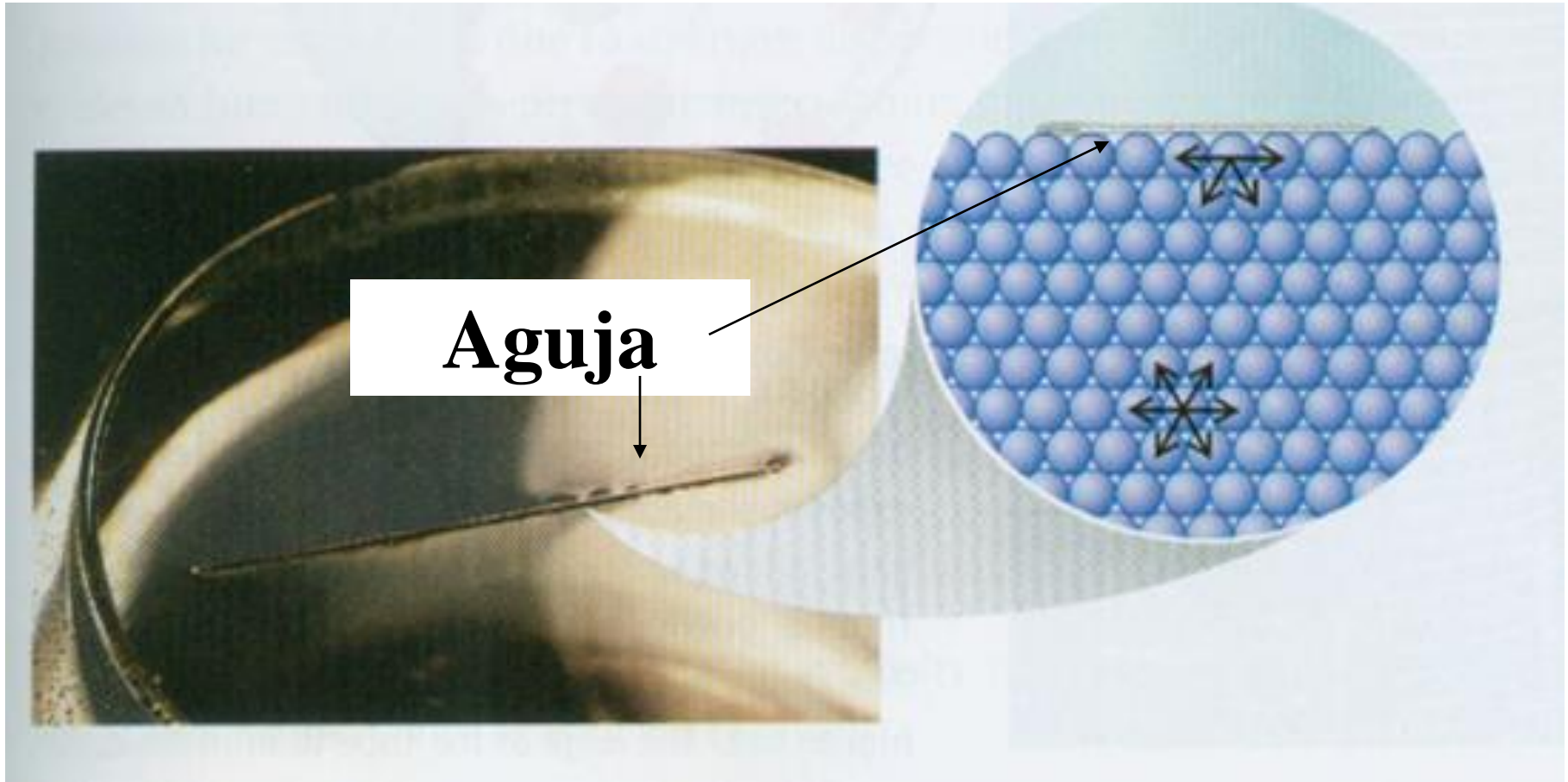




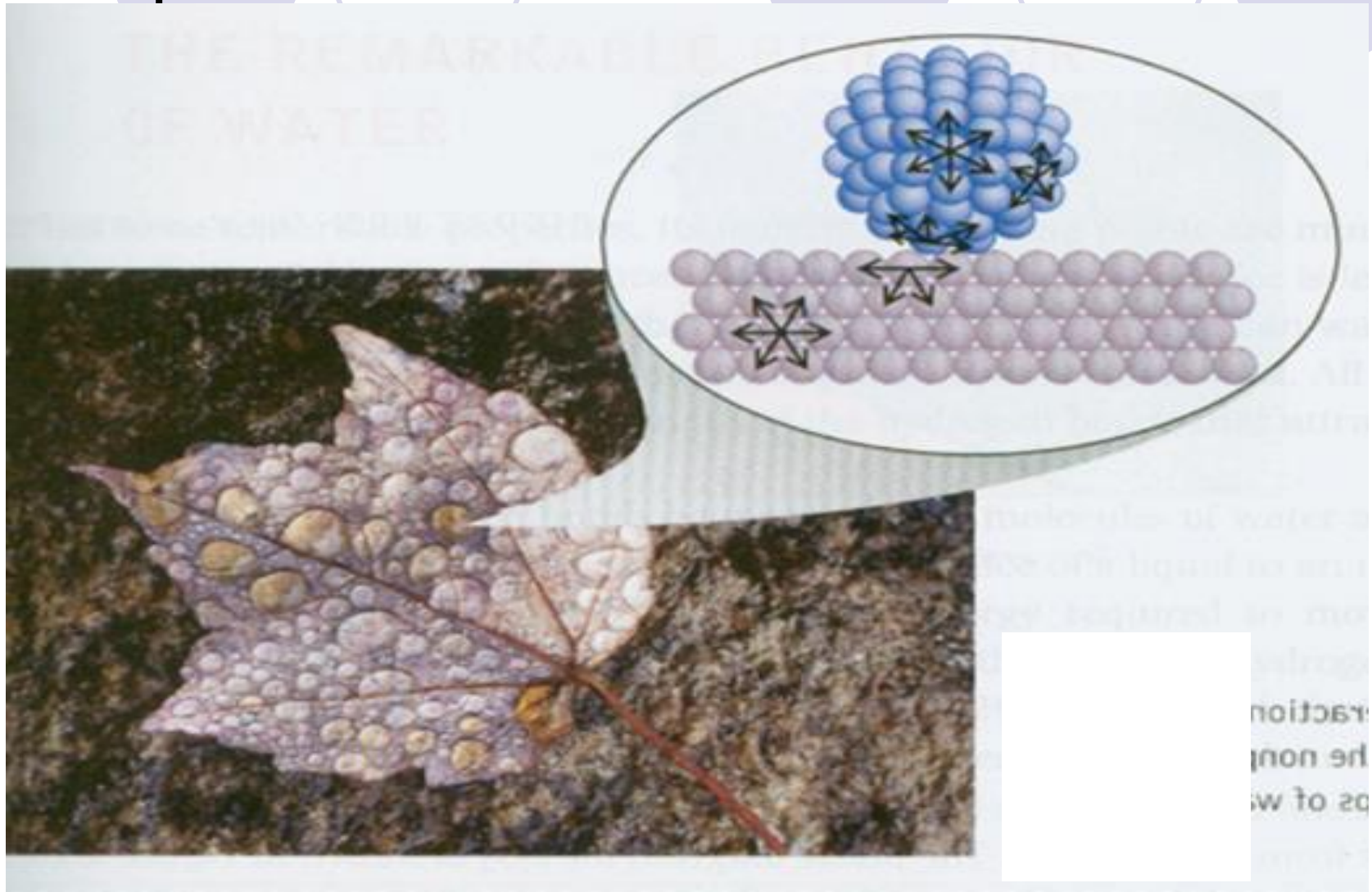
Tensión

Superficial

Consecuencias de la Tensión Superficial



Consecuencias de la Tensión Superficial

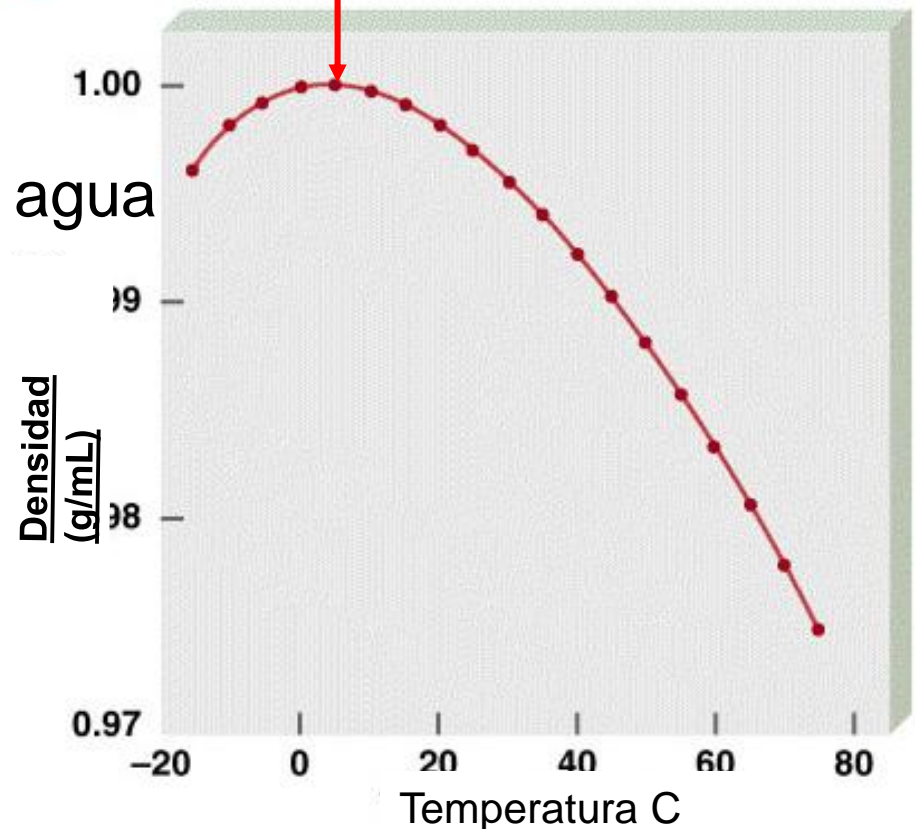


Chemistry; The Science in Context; by Thomas R Gilbert, Rein V. Kirss, and Geoffrey Davies, Norton Publisher, 2004, p 458

El agua es una sustancia
única

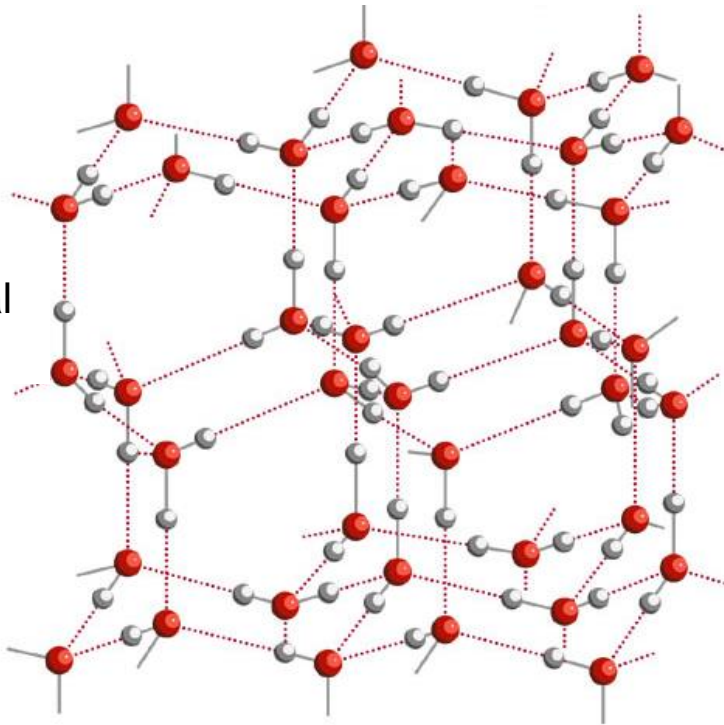
Máxima densidad
4°C

Densidad del agua



Estructura
tridimensional
del hielo

● = O
● = H



El hielo es menos denso que el agua



Acción Capilar; Subida de un líquido por un tubo de vidrio de muy pequeño diámetro

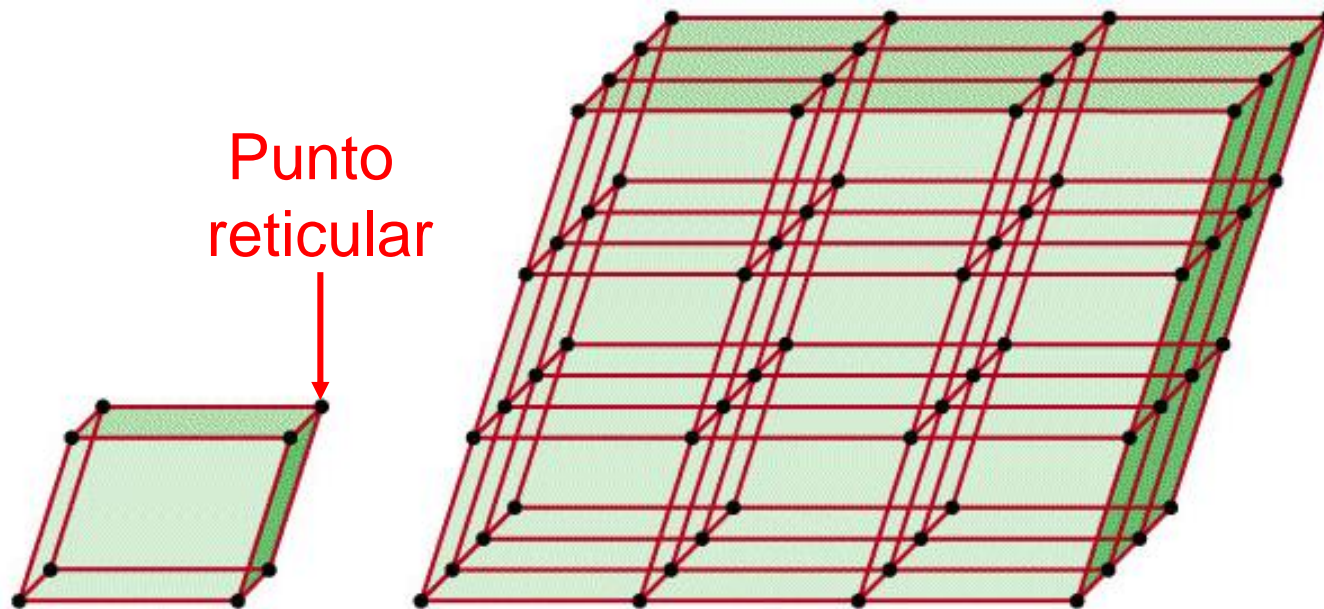


Chemistry; The Science in Context;
by Thomas R Gilbert, Rein V. Kirss,
and Geoffrey Davies, Norton
Publisher, 2004, p 459

Un **sólido cristalino** posee un ordenamiento estricto y regular. En un sólido cristalino, los átomos, moléculas o iones ocupan posiciones específicas (predecibles).

Un **sólido amorfo** no posee un ordenamiento bien definido ni un orden molecular repetido.

Una **celda unitaria** es la unidad estructural esencial repetida de un sólido cristalino.



En los puntos
reticulares:

- Átomos
- Moléculas
- Iones

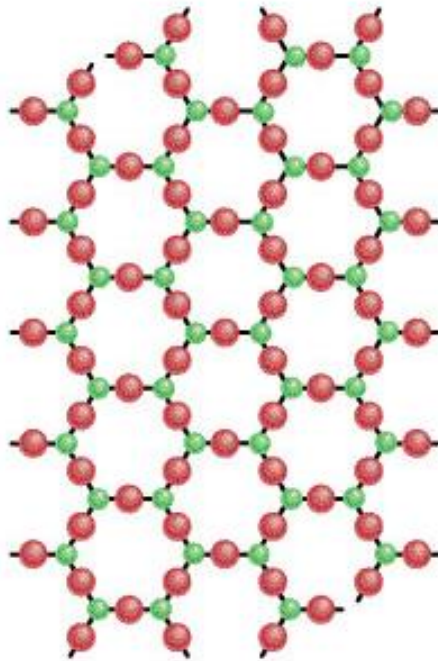
Tipos de sólidos

Comparación entre las propiedades de los distintos tipos de sólidos

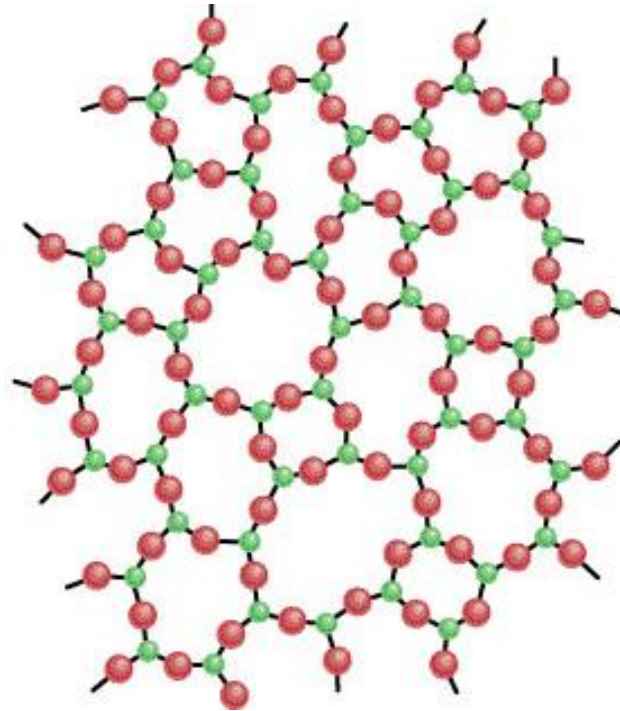
<i>Tipo de sólido</i>	<i>Iónico</i>	<i>Metálico</i>	<i>Covalente 3D</i>	<i>Molecular</i>
<i>Unidad estructural</i>	Ion	Atomo	Atomo	Molécula
<i>Enlace entre unidades</i>	Enlace iónico	Enlace metálico	Enlace covalente	Fuerzas de Van de
<i>Dureza</i>	Duro	Amplia gama	Duro	Blando
<i>Punto de fusión</i>	Alto (600 a 3000 °C)	Amplia gama (-39 a 3400 °C)	Alto (1200 a 4000 °C)	Bajo (-272 a 400 °C)
<i>Conductividad</i>	Aislante	Conductor	Aislante o semicond.	Aislante
<i>Generalmente se presenta en</i>	Compuestos de los metales y no metales	Metales de la mitad izquierda	No metales del centro	No metales de la derecha
<i>Ejemplos</i>	KI, Na ₂ CO ₃ , LiH	Na, Zn, bronce	Diamante, Si, SiO ₂	O ₂ , C ₆ H ₆ , H ₂ O

Un **sólido amorfo** no posee una distribución regular ni orden molecular de gran alcance.

Un **vidrio** es un producto de fusión de materiales inorgánicos ópticamente transparente que se ha enfriado a un estado **rígido sin cristalizar**.



Cuarzo
cristalino (SiO_2)



Vidrio de cuarzo
no cristalino

Problemas de FIM

1-a) Las siguientes moléculas: AlCl_2I ; O_3 ; PH_3 ; CS_2 ; PF_3Cl_2 ; ¿son todas polares- $\mu=0$ (NP) ó $\mu\neq 0$ (P)?.

Comente sobre los **momentos de enlace** en estas moléculas b) Establezca según la TRPEV si los compuestos mencionados son muy solubles en H_2O ó en CS_2 , justificando su respuesta.

2-a) Por qué en NH_4^+ y CH_4 coincide la geometría electrónica y molecular? Es igual a la de NH_3 ?

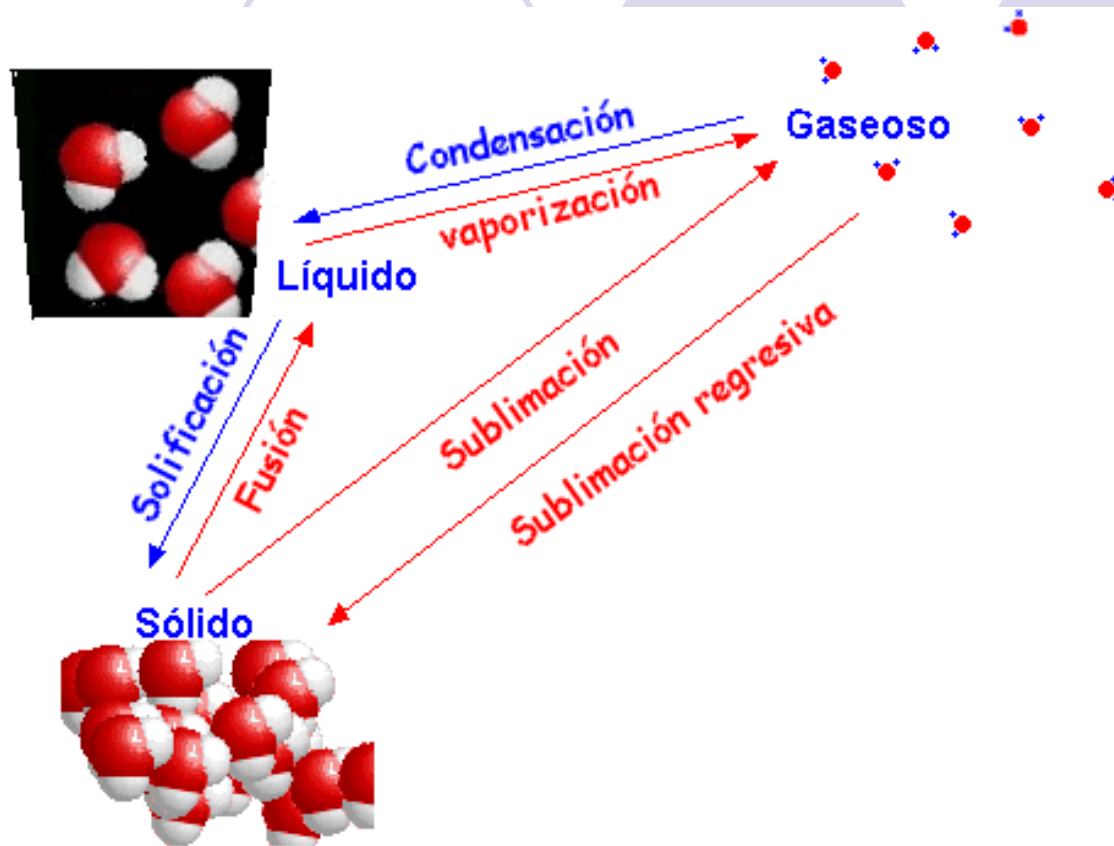
b) Por qué BF_3 y H_3O^+ no presentan la misma geometría electrónica o molecular, siendo especies con 4 átomos?

Aumentando las Fuerzas Intermoleculares en los líquidos veo.....

- Mayor punto de Ebullición y
 - de Fusión
 - Mayor Tensión Superficial
 - Mayor Viscosidad
 - Presión de vapor de equilibrio *más baja* a similares temperaturas
- Qué es esto?????**
- Qué vence las fuerzas intermoleculares?**
- El aumento de la temperatura**



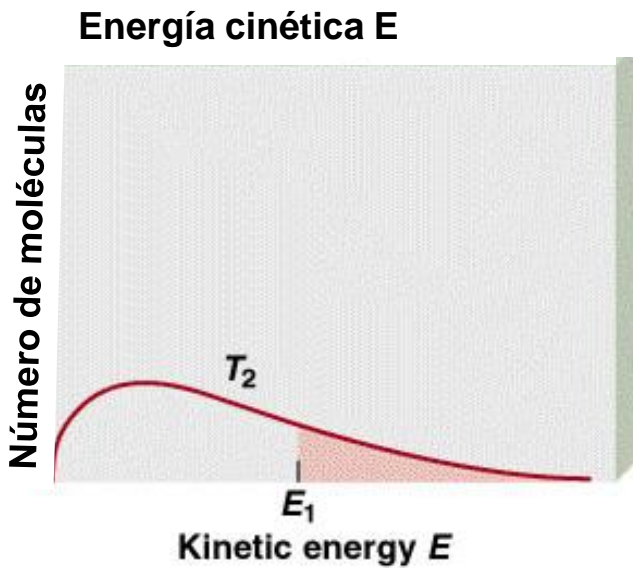
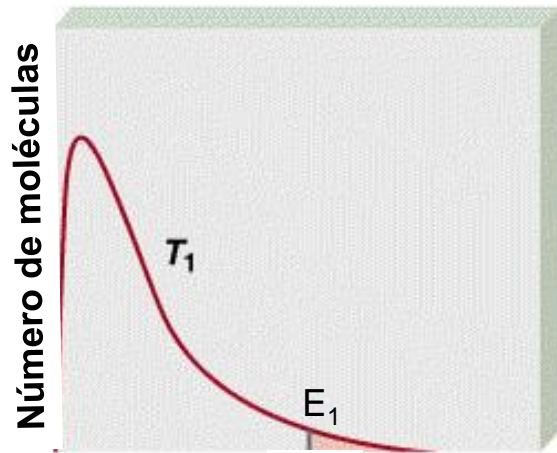
...los cambios de estado..



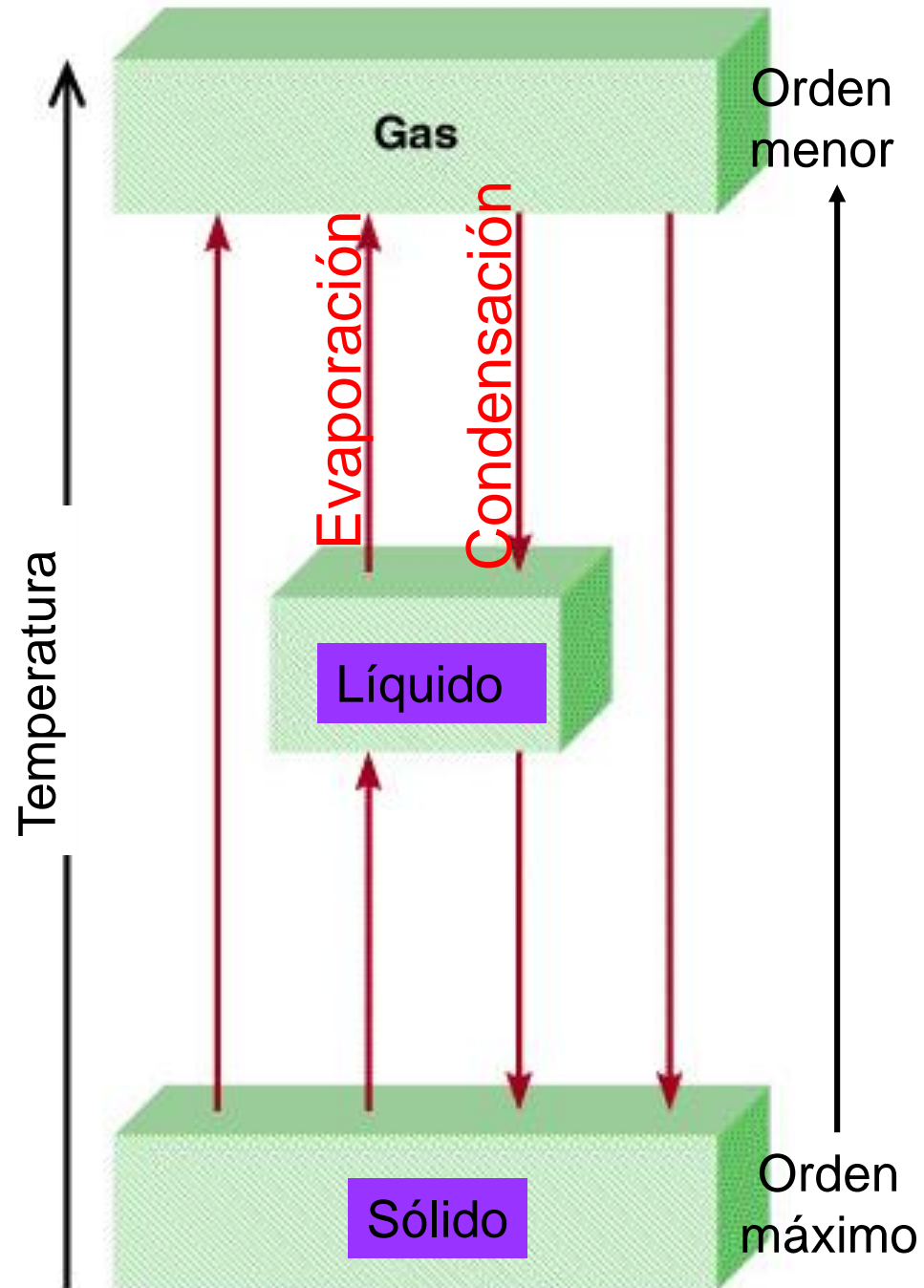
:: Estados de la materia



Cambios de fase



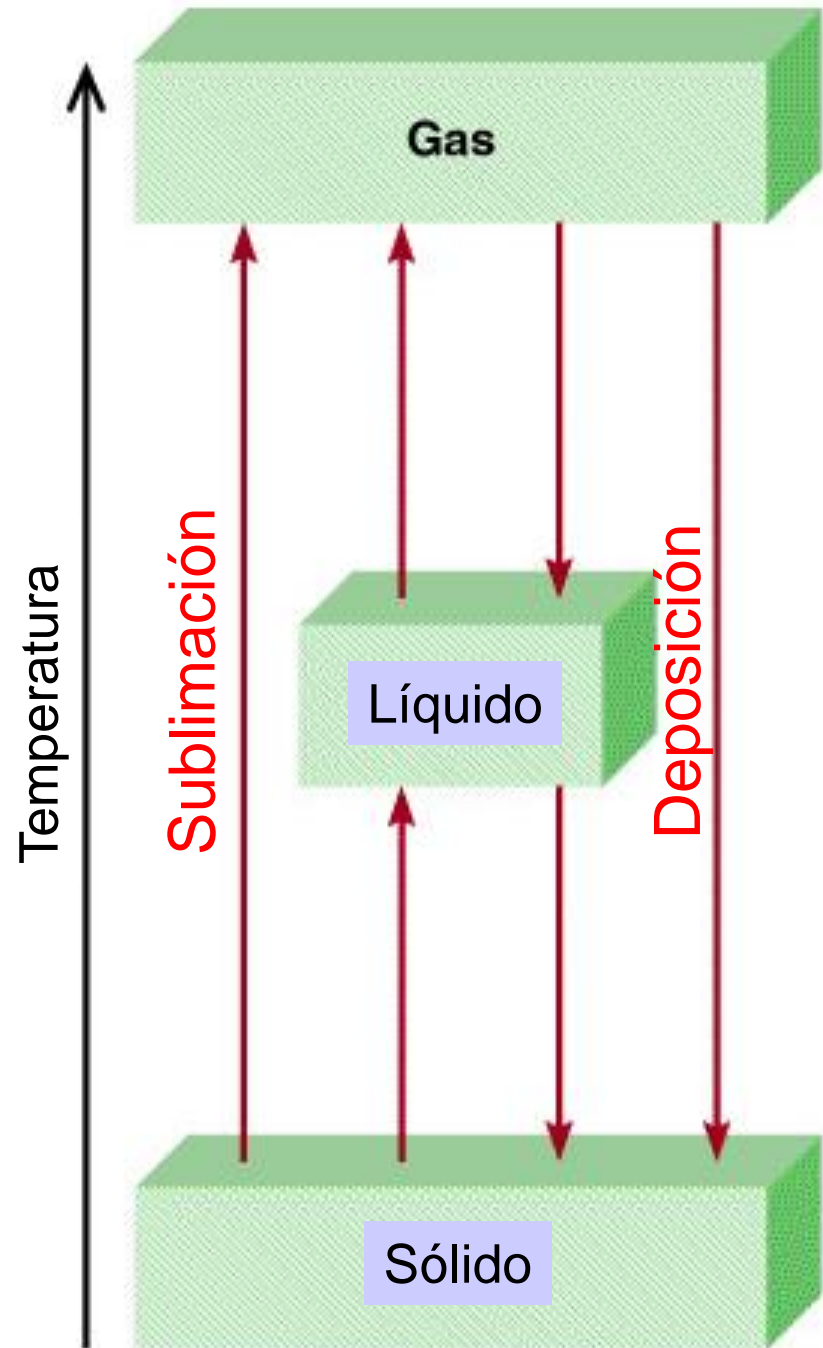
$$T_2 > T_1$$



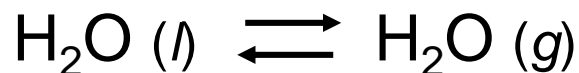
Cambios de fases



Calor molar de sublimación
es la energía necesaria para
sublimar un mol de un sólido.



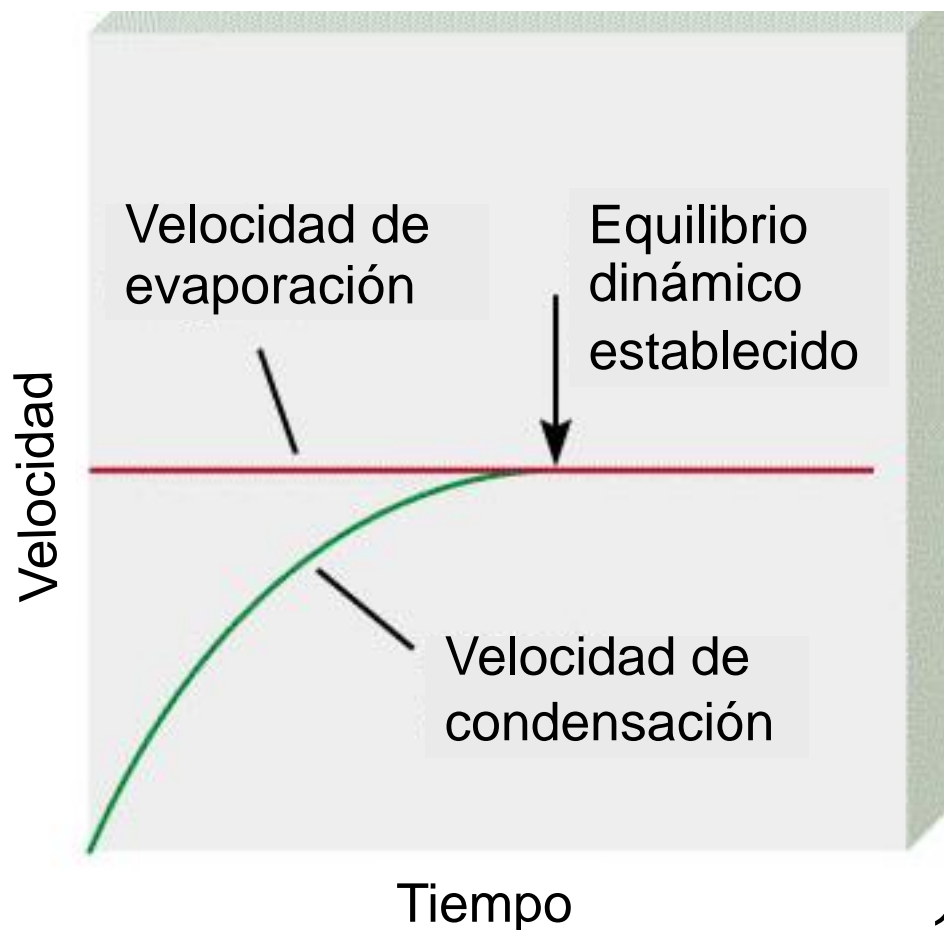
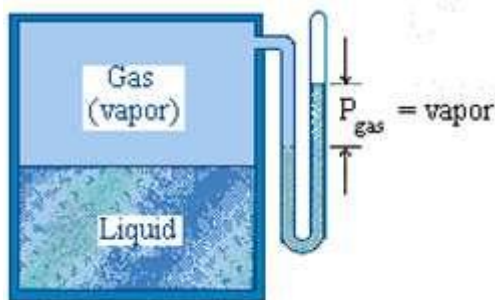
El ***presión de vapor de equilibrio*** es la presión de vapor medida cuando hay un equilibrio dinámico entre la condensación y la evaporación.



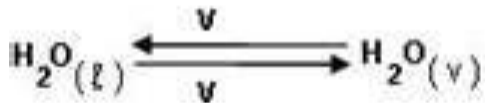
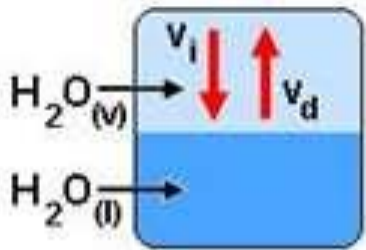
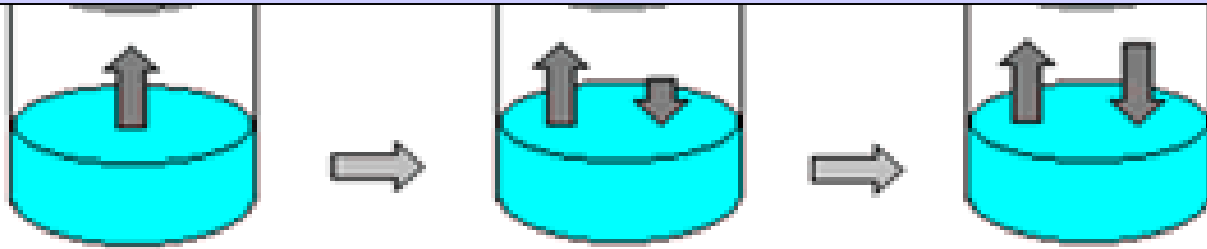
Recordando...

Equilibrio dinámico

Velocidad de condensación = Velocidad de evaporación



Tiene que estar tapado para que el equilibrio se alcance



ABIERTO

Llego al Equilibrio??

NO

El agua

Se EVAPORA



CERRADO

SI

NO se evapora



IMPORTANTE

Para VAPORIZAR un líquido tenemos que dar CALOR

***Vamos a indicar calor con Q**

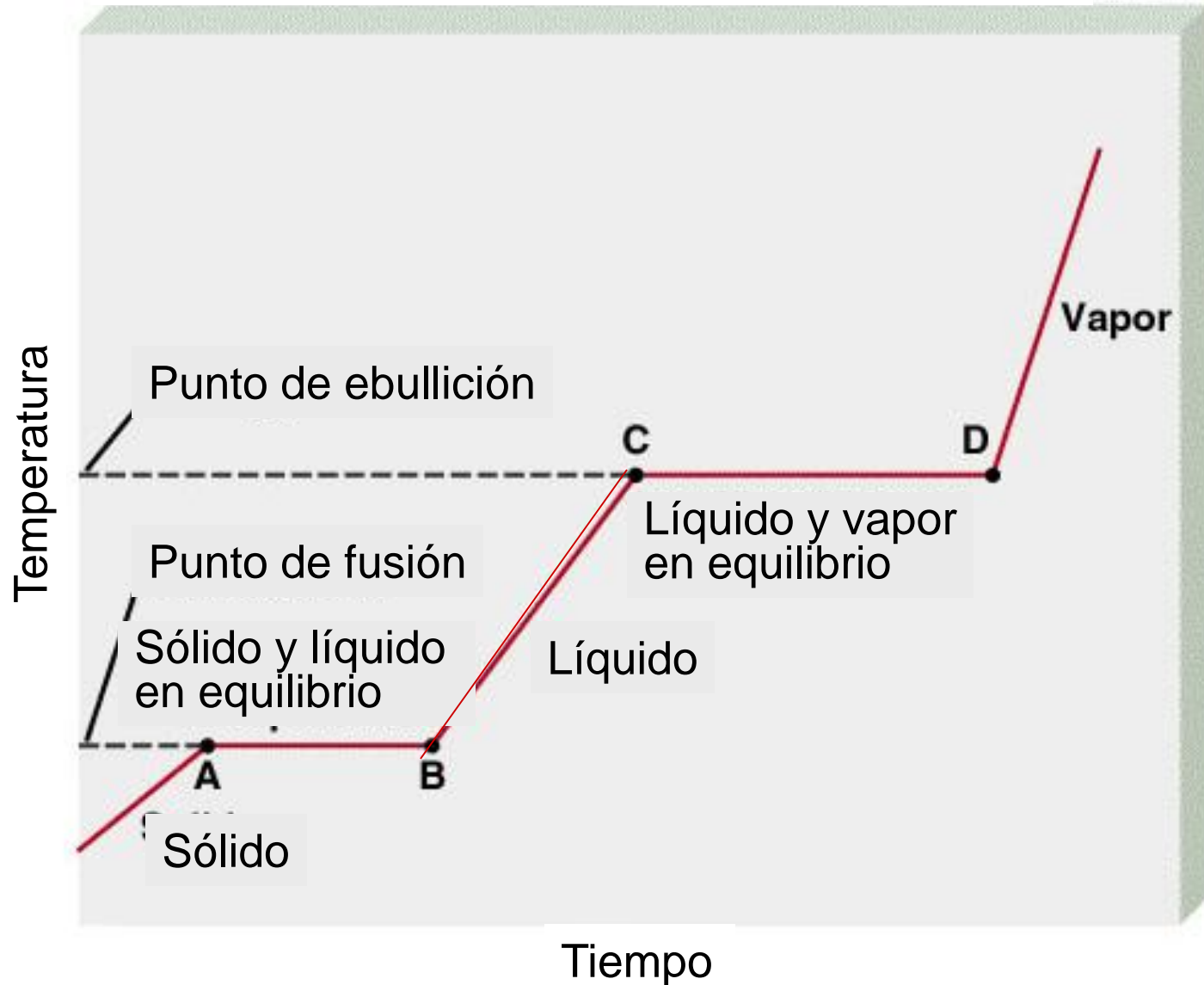
Aumentamos la velocidad de las moléculas

Al dar calor

***Se pueden escribir ecuaciones que muestren cambios de estado**

***Mire bien los ejes de los gráficos SIEMPRE.
Analice qué significa el eje y y el eje x**

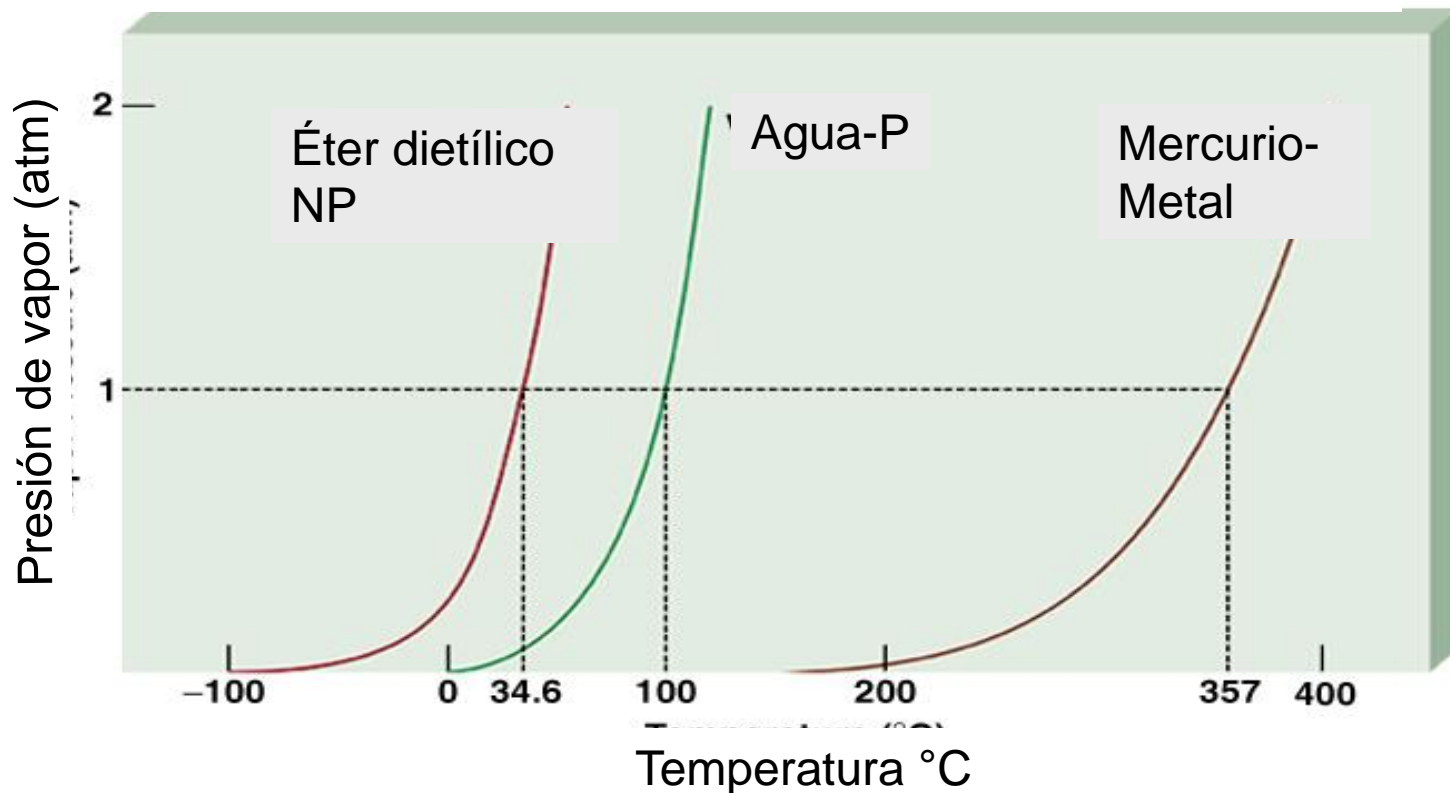
Curva de calentamiento



Calor molar de vaporización es la energía requerida para evaporar 1 mol de un líquido (Q).

Curvas de P_{vapor}

Presión de vapor versus la temperatura



El **punto de ebullición** es la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido es igual a la presión externa.

El **punto de ebullición normal** es la temperatura a la cual un líquido hierve cuando la presión externa es 1 atm.

El punto de ebullición cuando la $P_{ext}=1 \text{ atm}$ es único (normal).

Calor de vaporización para ciertos líquidos a t. amb

Veamos P y NP
y PM

74 g/mol

		Teb °C	Calor de vap
	Argon (Ar) NP-40 g/mol	-186	6.3
	Benzene (C ₆ H ₆) NP-78 g/mol	80.1	31.0
	Ethanol (C ₂ H ₅ OH) P-46 g/mol	78.3	39.3
	Diethyl ether (C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅) NP	34.6	26.0
	Mercury (Hg)	357	59.0
	Methane (CH ₄) NP-16g/mol	-164	9.2
	Water (H ₂ O) P-18 g/mol	100	40.79

* Measured at 1 atm.

VAPOR Y GAS NO ES LO MISMO!!

Condiciones normales son 0C (273 K) y 1 atmósfera

Si Hablamos de Condiciones Standard son 25 C (298 K) y 1 atm.

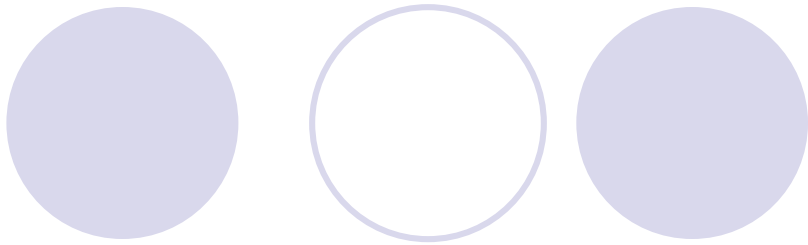
Si un compuesto se encuentra gaseoso en ciertas condiciones cuando a esas condiciones tiene otro estado de agregación se llama vapor.

Decimos que tenemos VAPOR DE AGUA

(y no agua GAS) a 25 C y 1 atm porque a 25 C y 1 atm H₂O es líquida. La T_{eb} normal es 100 C.

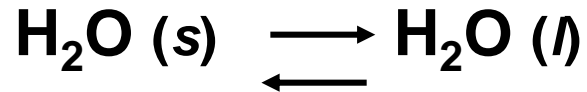
La **temperatura crítica** (T_c) es un temperatura sobre la cual el gas no se puede licuar, no importa la magnitud de la presión aplicada.

La **presión crítica** (P_c) es la mínima presión que se debe aplicar para licuar a la temperatura crítica.

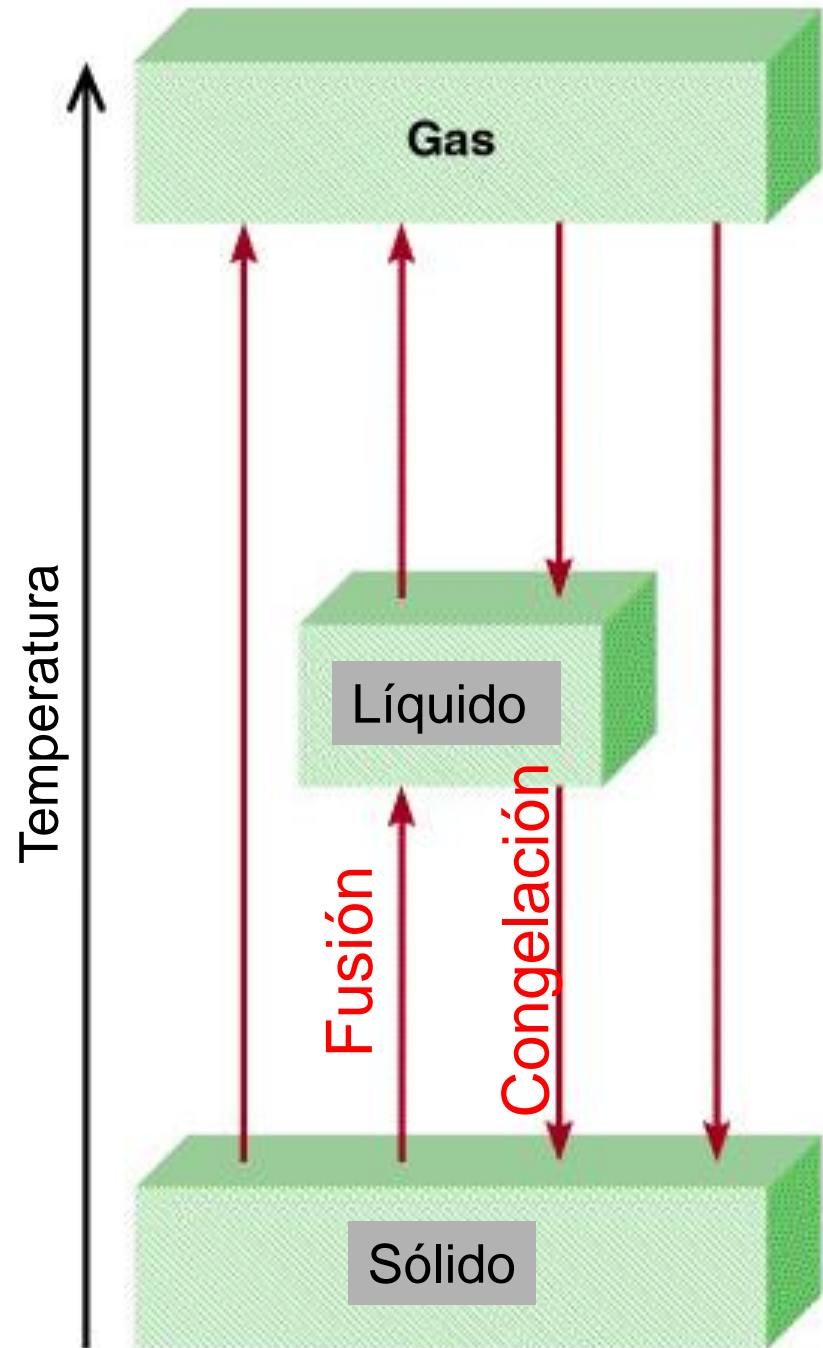


Substance	T_c (°C)	P_c (atm)
Ammonia (NH ₃)	132.4	111.5
Argon (Ar)	−186	6.3
Benzene (C ₆ H ₆)	288.9	47.9
Carbon dioxide (CO ₂)	31.0	73.0
Ethanol (C ₂ H ₅ OH)	243	63.0
Diethyl ether (C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅)	192.6	35.6
Mercury (Hg)	1462	1036
Methane (CH ₄)	−83.0	45.6
Molecular hydrogen (H ₂)	−239.9	12.8
Molecular nitrogen (N ₂)	−147.1	33.5
Molecular oxygen (O ₂)	−118.8	49.7
Sulfur hexafluoride (SF ₆)	45.5	37.6
Water (H ₂ O)	374.4	219.5

Cambios de fase



El *punto de fusión* de un sólido o el *punto de congelación* de un líquido es la temperatura a la cual las fases sólida y líquida coexisten en equilibrio.



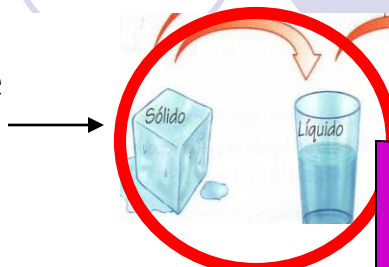
Calor molar de fusión es la energía necesaria para fundir un mol de un sólido.

kJ/mol

kCal/mol

Ejemplo

**1 mol de
hielo**

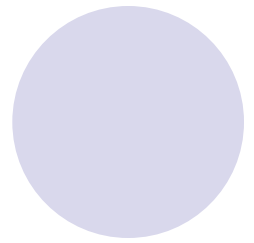
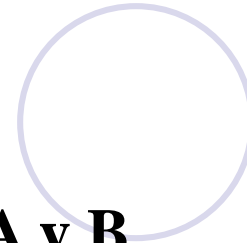
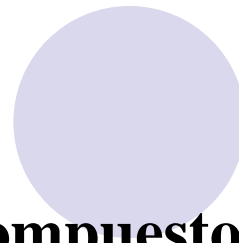
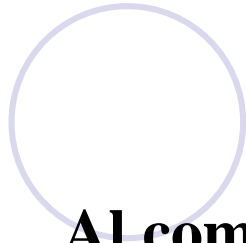
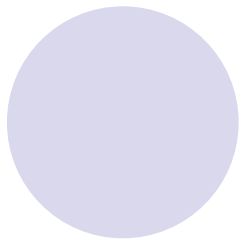


Punto de fusión C

Calor de fusión

Argon (Ar)	-190	1.3
Benzene (C ₆ H ₆)	5.5	10.9
Ethanol (C ₂ H ₅ OH)	-117.3	7.61
Diethyl ether (C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅)	-116.2	6.90
Mercury (Hg)	-39	23.4
Methane (CH ₄)	-183	0.84
Water (H ₂ O)	0	6.01

* Measured at 1 atm.



Al comparar 2 compuestos A y B

A MAYORES Fuerzas Intermoleculares

MENOR Presión de vapor a $=T$

Si A presenta menor presión de vapor que B a $=T$

Entonces A tiene MAYOR Punto de ebullición normal

MAYORES FUERZAS INTERMOLECULARES

MAYOR Temperatura de Ebullición normal

MAYOR Temperatura de Fusión normal

MENOR Presión de Vapor de Equilibrio L-V



Diagrama de FASES

Gráfico donde aparecen las 3 fases de un compuesto

Presión (eje y) versus Temperatura (eje x)

Tenemos varias PARTES del diagrama, existen ZONAS delimitadas por curvas ó rectas y PUNTOS importantes

Punto triple- coexisten las 3 Fases- E

Punto crítico- Combinación de T y P por encima de la cual no puedo licuar un gas-C

Curva de Equilibrio Líquido-Vapor- 2 Fases-EC

Curva de Equilibrio Sólido-Vapor-2 Fases-OE

Curva de Equilibrio Sólido-Líquido-2 Fases-EI

Zonas de una sola FASE

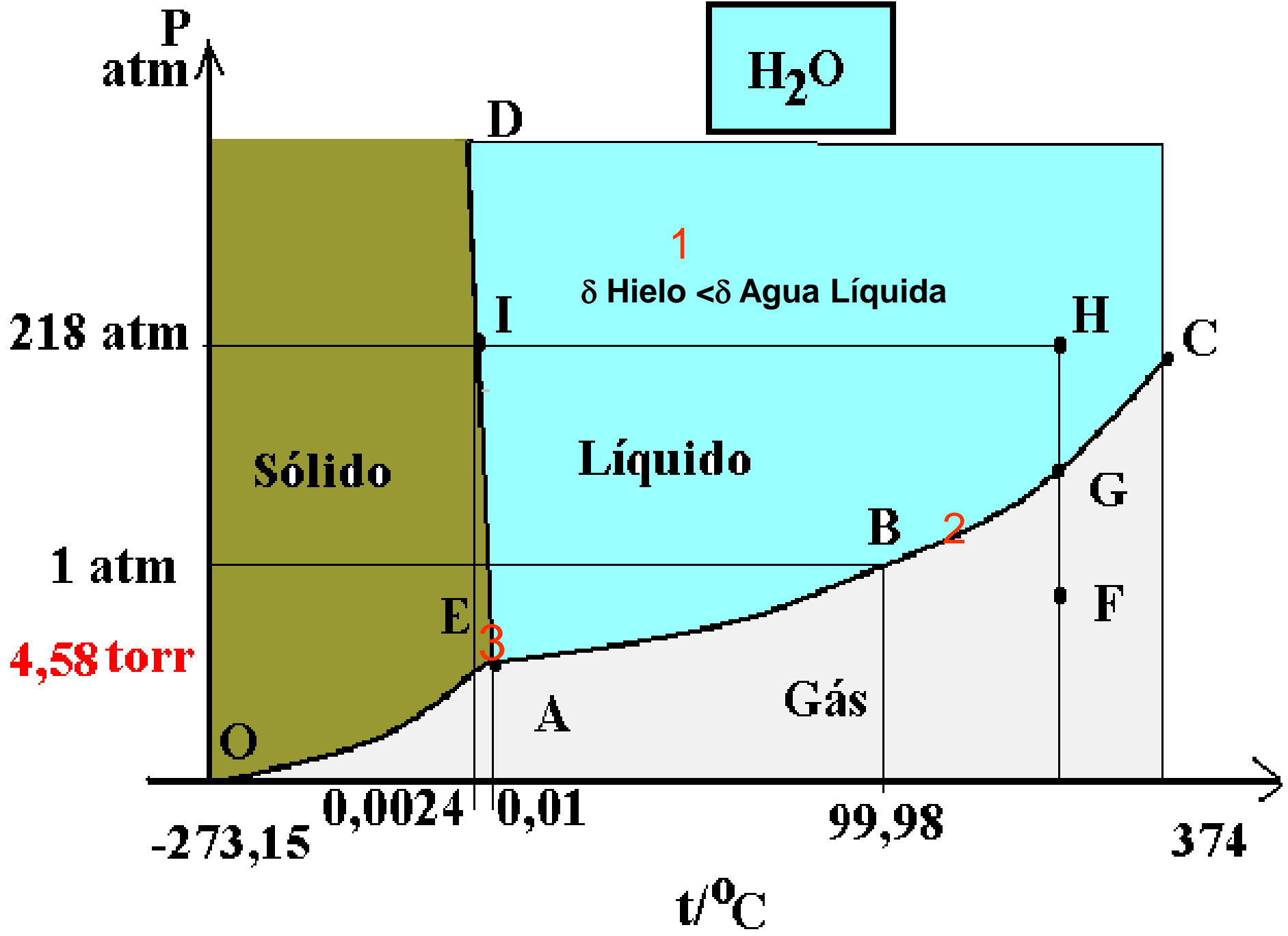
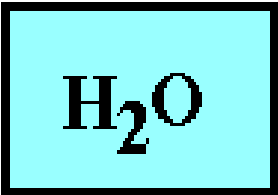


Diagrama de fases del Dióxido de Carbono

