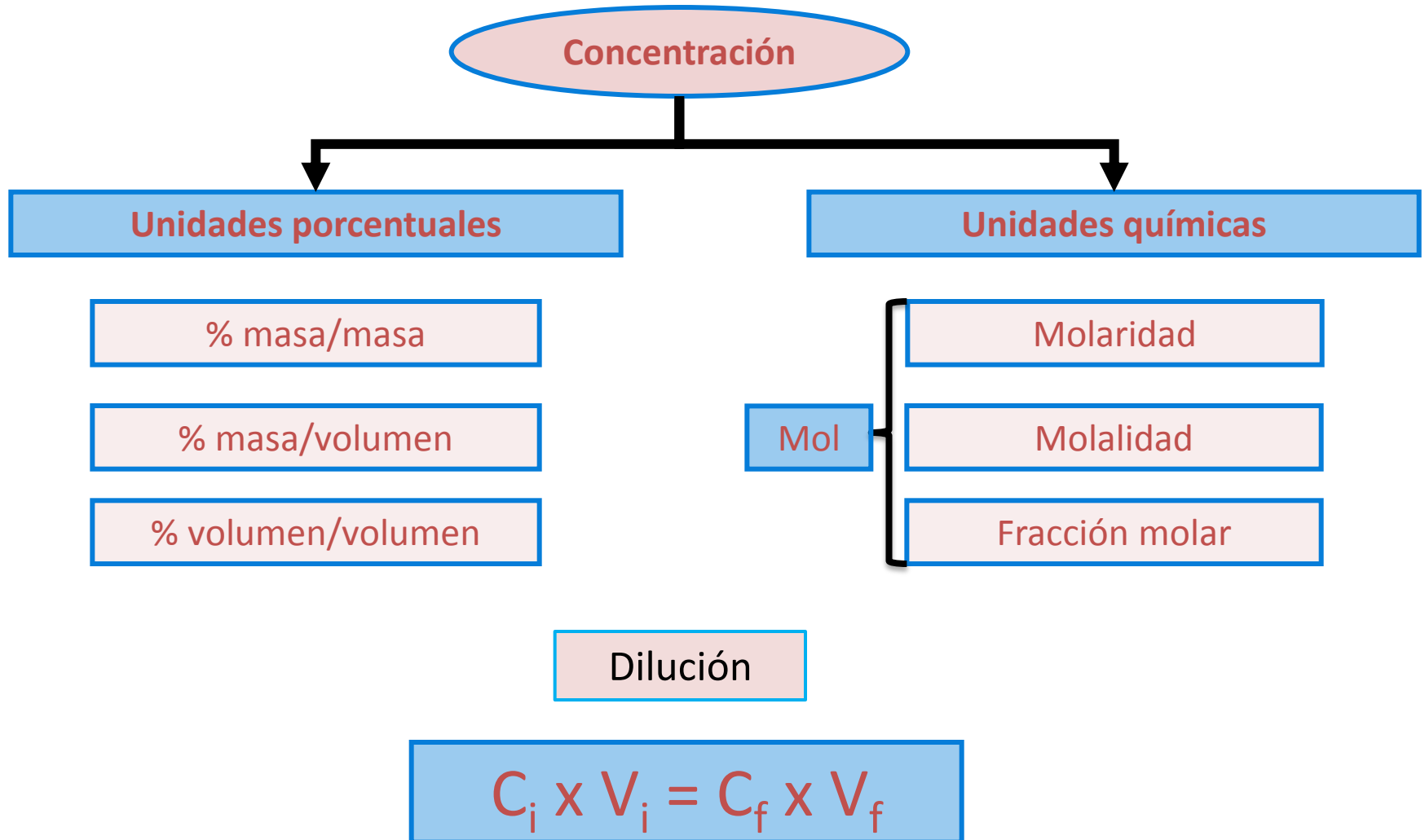


Disoluciones III: solubilidad y propiedades coligativas

Resumen de la clase anterior

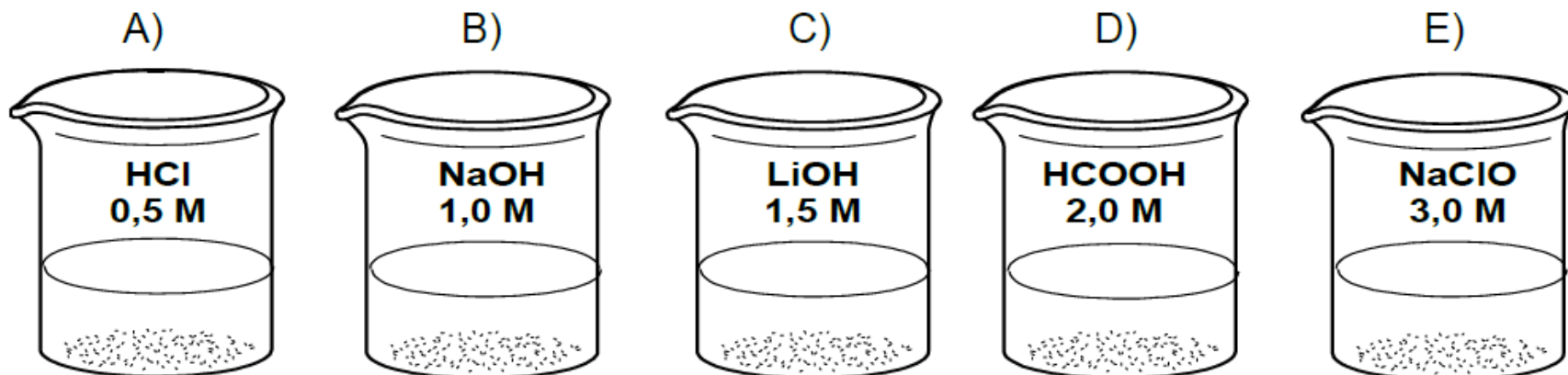


Aprendizajes esperados

- Identificar los factores que afectan la solubilidad.
- Definir propiedades coligativas.

Pregunta oficial PSU

Al bajar gradualmente la temperatura, ¿cuál de las siguientes disoluciones acuosas congela a una temperatura más alta?





1. Solubilidad
2. Propiedades coligativas
3. Concentración molar de iones

1. Solubilidad

1.1 Definición

Máxima cantidad de **soluto** que se disolverá en una cantidad dada de **disolvente** a una temperatura y presión específicas.

Puede expresarse en cualquier unidad de concentración, como por ejemplo, mol por litro (M), pero lo más usual es expresarlo como gramos de soluto por 100 g o 100 mL de disolvente.



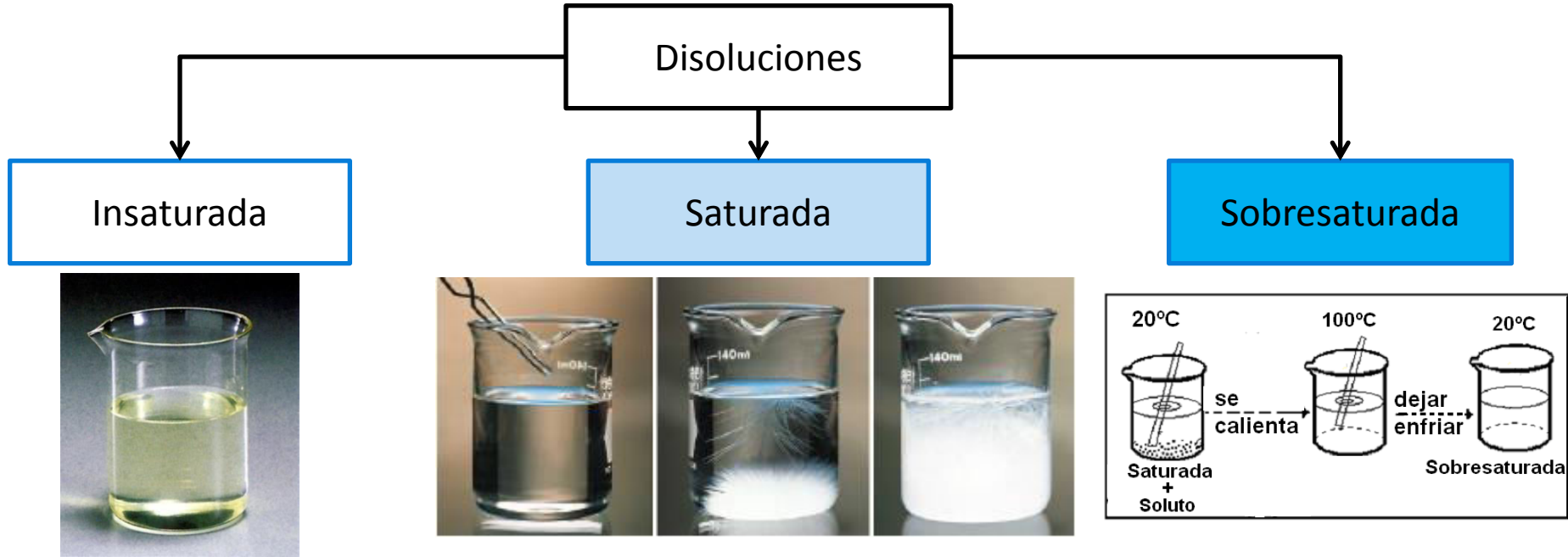
$$S = \frac{\text{g soluto}}{100 \text{ mL disolvente}}$$



Ej. A 20 °C y 1 atm de presión, se puede disolver un máximo de 204 g de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) en 100 g de agua y 0,00138 mol de O_2 por litro de agua.

1. Solubilidad

1.2 Clasificación de las disoluciones según su solubilidad



Contiene menor cantidad de soluto que la que es capaz de disolver el disolvente.

Contiene la máxima cantidad de un soluto que puede disolver un disolvente en particular, a una temperatura específica.

Contiene más soluto que el que puede haber en una disolución saturada. Es muy inestable y ante pequeñas perturbaciones, ocurre cristalización.

¿Cuál es la solubilidad de una sal si a 35 °C se disuelven, como máximo, 2,0 g de esta en 400 mL de agua?

- A) 0,25 g/100 mL de agua
- B) 0,50 g/100 mL de agua
- C) 0,50 g/100 mL de disolución
- D) 1,00 g/100 mL de disolución
- E) 2,00 g/100 mL de disolución

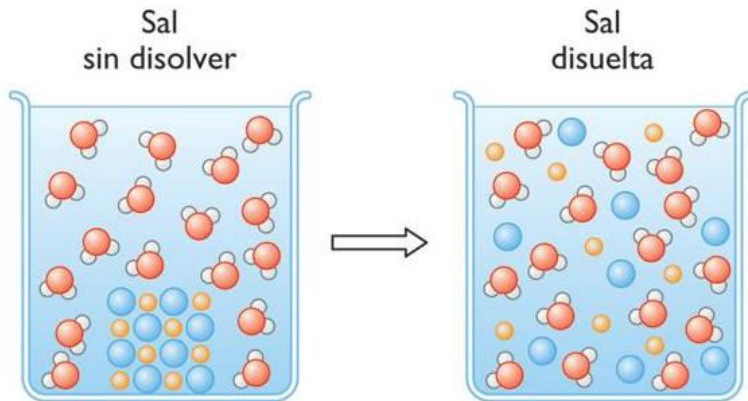
B

Aplicación

1. Solubilidad

1.3 Factores que afectan la solubilidad

1) Naturaleza química



La facilidad con que un soluto se disuelve en un disolvente depende de la fuerza relativa de tres tipos de interacciones:

- **Interacción disolvente-disolvente**
- **Interacción soluto-soluto**
- **Interacción disolvente-soluto**

Atracción soluto-disolvente

Ej. KNO_3 o LiOH en agua

>

Atracción disolvente-disolvente y atracción soluto-soluto

Disolución favorable

Atracción soluto-disolvente

Ej. AgSO_4 o MgCO_3 en agua

<

Atracción disolvente-disolvente y atracción soluto-soluto

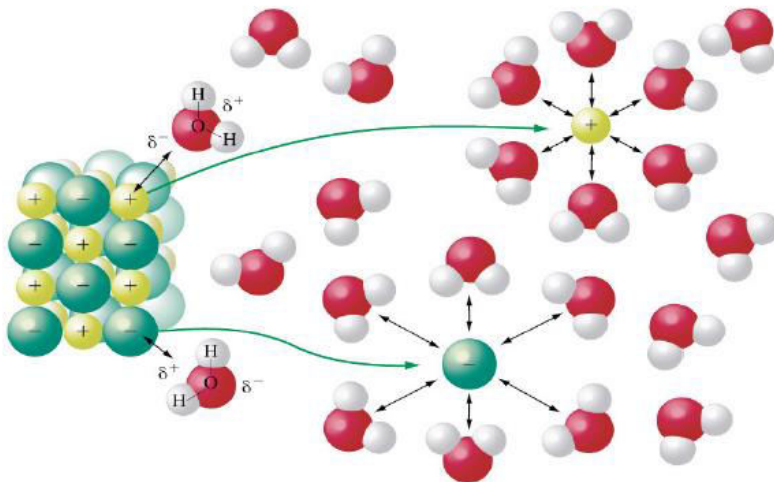
Disolución desfavorable

1. Solubilidad

1.3 Factores que afectan la solubilidad

1) Naturaleza química

- Dos sustancias que tienen el mismo tipo y magnitud de **fuerzas intermoleculares serán solubles** entre sí.
- La **mayoría de las sales** son **solubles** en agua.
- La solubilidad de las sustancias no polares en agua es muy pequeña, y en general los **compuestos orgánicos no son solubles en agua**, excepto el metanol (CH_3OH), el etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) y el etilenglicol ($\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$).

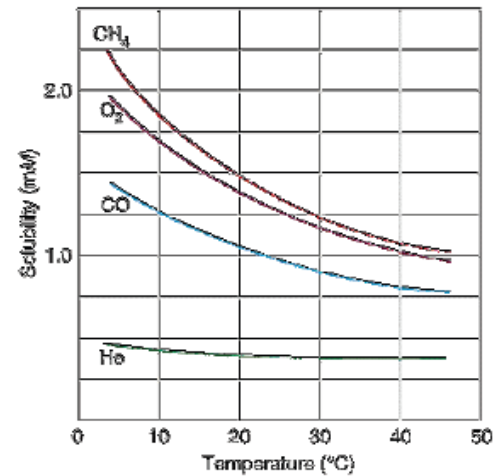
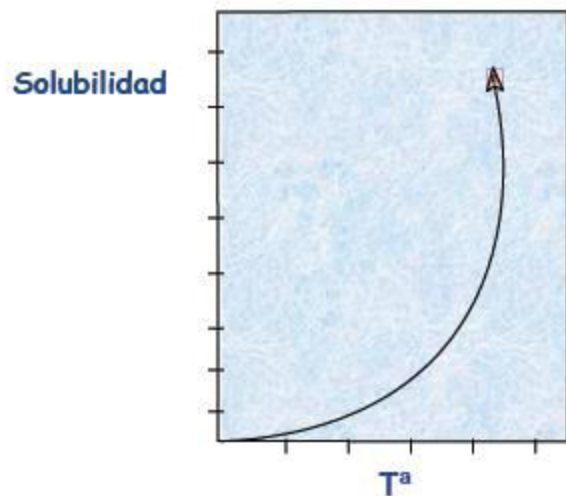
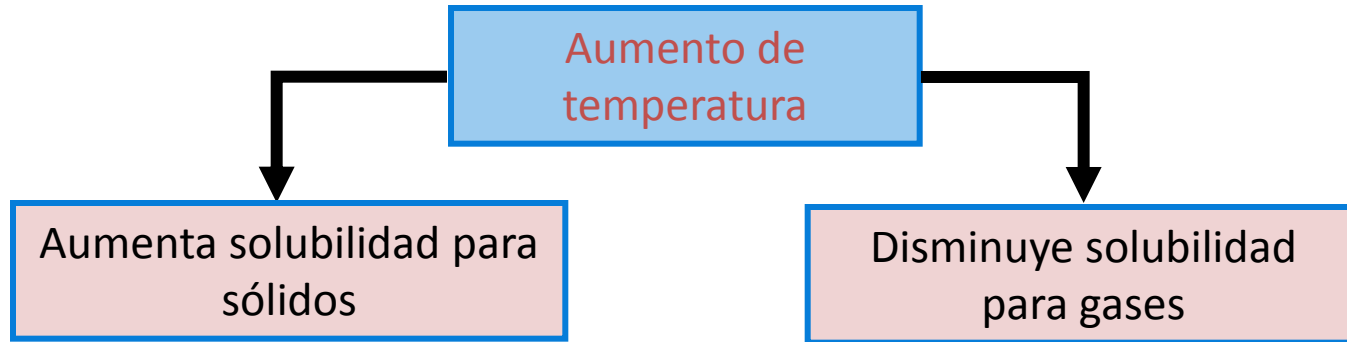


1. Solubilidad

1.3 Factores que afectan la solubilidad

2) Temperatura

Está relacionada con la cantidad de energía cinética molecular.



1. Solubilidad

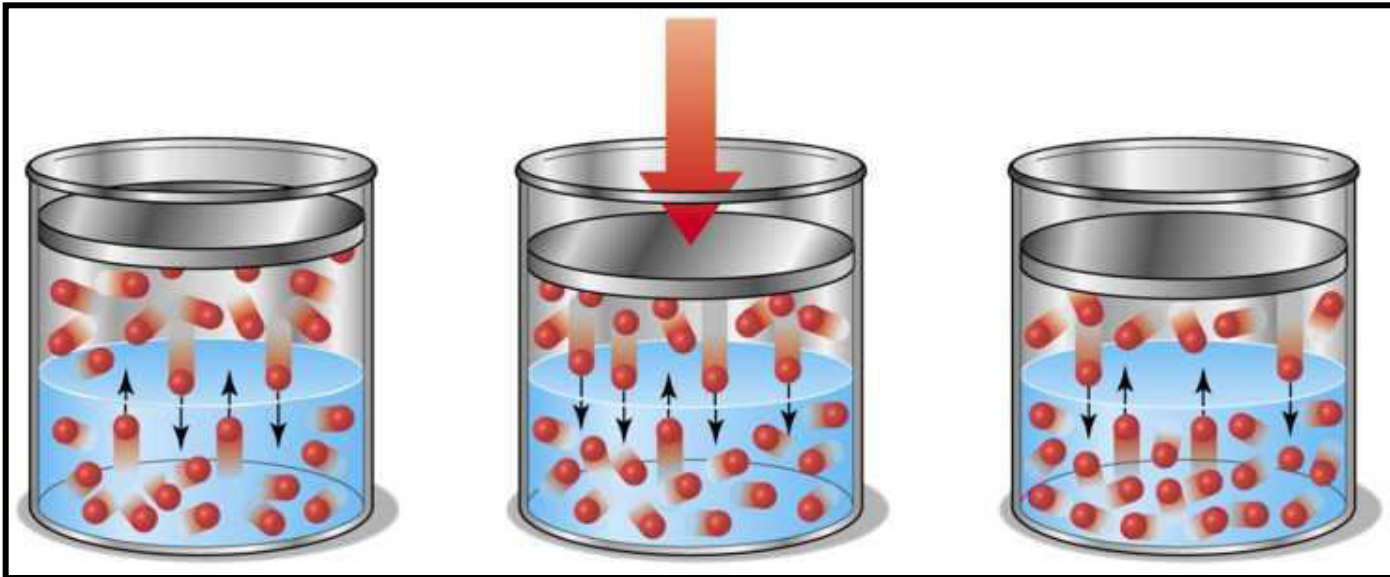
1.3 Factores que afectan la solubilidad

3) Presión

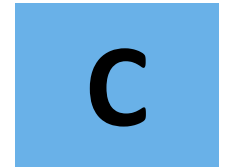
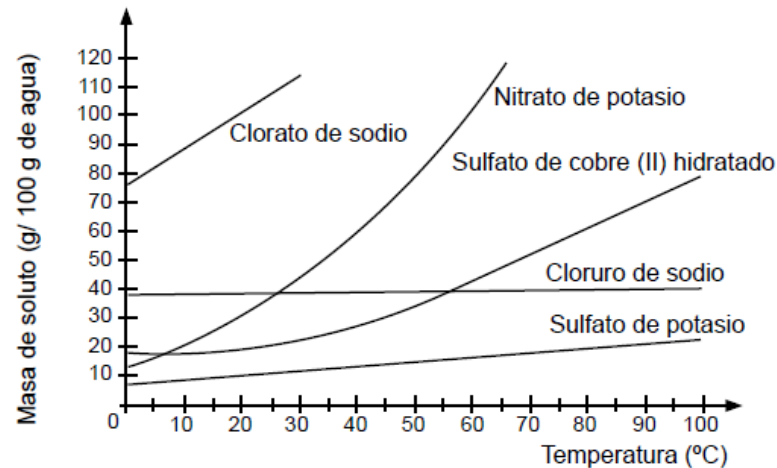
Para los sistemas gaseosos, a una T determinada, el aumento de la presión implica un incremento en la solubilidad del gas en el líquido.

Aumento de presión

Aumenta solubilidad



El siguiente gráfico muestra la solubilidad de distintas sustancias a diferentes temperaturas.



Comprensión

¿Cuál(es) de las siguientes aseveraciones es (son) correcta(s)?

- I) La solubilidad del cloruro de sodio no se ve afectada por el aumento de la energía cinética de las partículas de la disolución.
- II) A una temperatura cercana a 25 °C las solubilidades del cloruro de sodio y del nitrato de potasio son iguales.
- III) El sulfato de potasio no ve incrementada su solubilidad a medida que aumenta la temperatura.

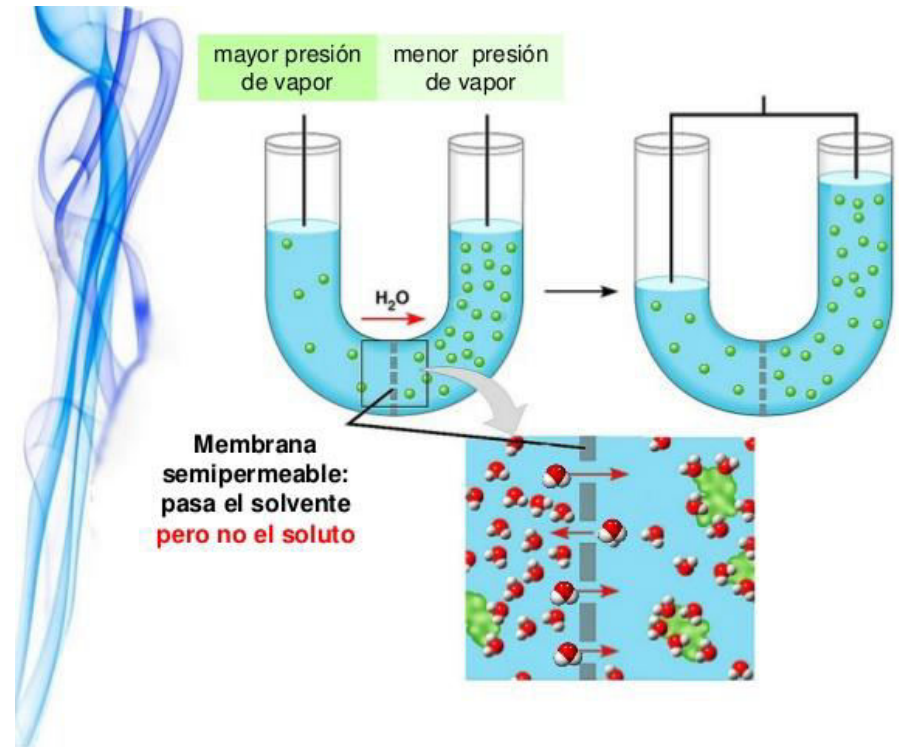
- A) Solo I
- B) Solo II
- C) Solo I y II
- D) Solo I y III
- E) Solo II y III

2. Propiedades coligativas

Solo dependen del número de partículas de soluto en la disolución y no de la naturaleza de las partículas.

Las propiedades coligativas son:

- Disminución de la presión de vapor (tonoscopia)
- Elevación del punto de ebullición (ebulloscopia)
- Disminución del punto de congelación (crioscopia)
- Presión osmótica



2. Propiedades coligativas

2.1 Disminución de la presión de vapor (tonoscopia)

- Al **añadir un soluto** a un disolvente puro, se produce una **disminución de la presión de vapor del disolvente**.

Ley de Raoult



$$P_A = X_A P^\circ$$

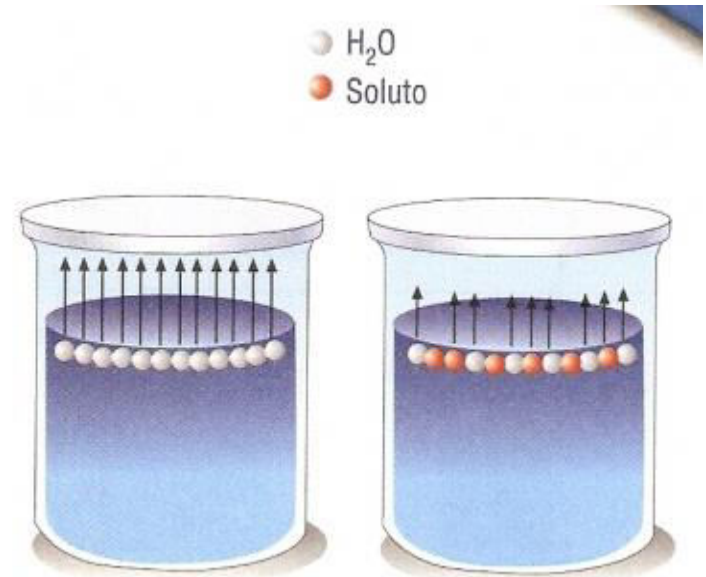
Donde:

P_A : presión de vapor del disolvente en una disolución.

P° : presión de vapor del disolvente puro.

X_A : fracción molar del disolvente en la disolución.

Si la presión de vapor disminuye, la evaporación ocurre más lentamente.



Aplicación → determinación de pesos moleculares.

2. Propiedades coligativas

2.2 Elevación del punto de ebullición (ebulloscopía)

Es consecuencia de la disminución de la presión de vapor y nos indica que el **punto de ebullición de la disolución** es **mayor** que la del disolvente puro.

$$\Delta T_{\text{eb}} = T_{\text{eb}} - T_{\text{eb}}^* = k_e \times m$$

Donde:

T_{eb} : punto de ebullición de la disolución.

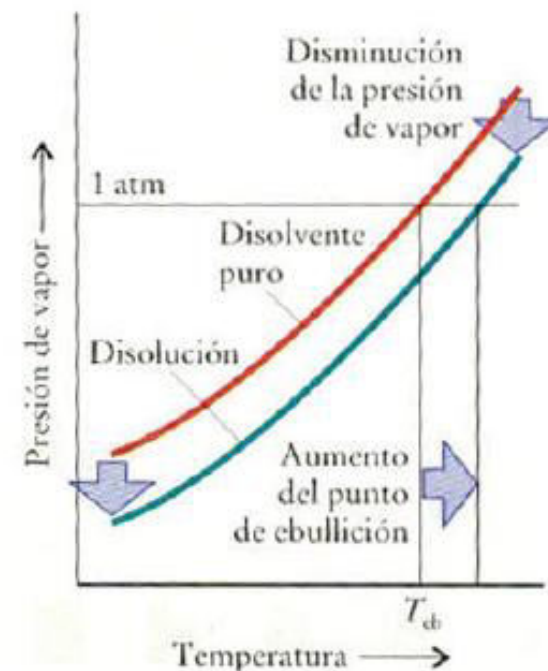
T_{eb}^* : punto de ebullición del disolvente puro.

k_e : constante ebulloscópica (propia de cada disolvente).

m : molalidad.

Aplicación → determinación de pesos moleculares.

Es más difícil evaporar la disolución.



El punto de ebullición de una disolución es la temperatura a la cual su presión de vapor iguala a la presión atmosférica externa.

Un andinista se encuentra a 4100 msnm e intenta cocinar sus alimentos, pero a esta altitud el agua ebulle a aproximadamente 86 °C, por lo que le resulta difícil lograrlo. Ha escuchado que agregando un soluto no volátil al agua se produce un aumento de su punto de ebullición, por lo que decide diseñar un experimento para determinar la cantidad de sal que debe agregar al agua para contrarrestar el efecto de la disminución de la presión atmosférica sobre el punto de ebullición. En él, planea calentar 1 L de agua sobre un mechero y esperar a que ebulle. En este momento, registrará la temperatura usando un termómetro y luego agregará dos cucharadas de sal. Esperará a que la disolución vuelva a ebullición y determinará nuevamente la temperatura, para luego agregar dos cucharadas más de sal y repetir el procedimiento hasta que ya no se pueda disolver más sal.

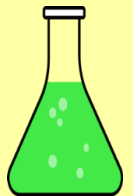
Con respecto a este experimento, ¿cuál es la variable independiente?

- A) La temperatura
- B) La cantidad de sal
- C) El volumen de agua
- D) El punto de ebullición
- E) La presión atmosférica

B

Comprensión

Habilidad de Pensamiento Científico: Procesamiento e interpretación de datos y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos.



2. Propiedades coligativas

2.3 Disminución del punto de congelación (crioscopía)

El **punto de congelación de una disolución** es **menor** que el punto de congelación del disolvente puro. Esto es consecuencia directa de la disminución en la presión de vapor del disolvente por el soluto.

$$\Delta T_c = T_c^\circ - T_c = k_c \times m$$

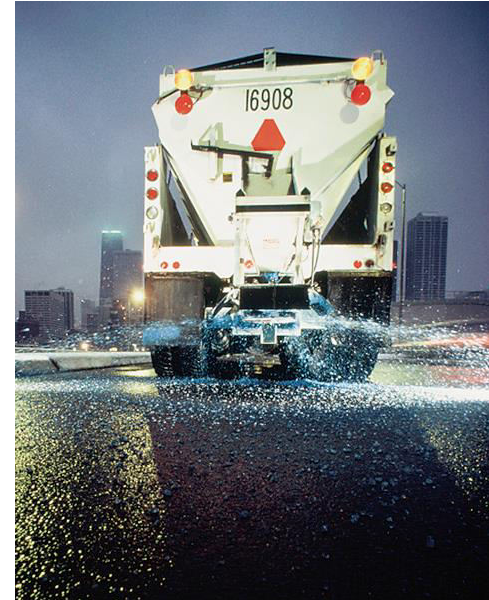
Donde:

T_c : punto de congelación de la disolución.

T_c° : punto de congelación del disolvente puro.

k_c : constante crioscópica (propia de cada disolvente).

m : molalidad.



Aplicación → determinación de pesos moleculares, anticongelantes, añadir sal a las carreteras.

2. Propiedades coligativas

2.4 Presión osmótica (π)

La **presión osmótica** se define como la presión hidrostática necesaria para detener el flujo neto de agua a través de una membrana semipermeable que separa disoluciones de composición diferente.

$$\pi = M R T$$

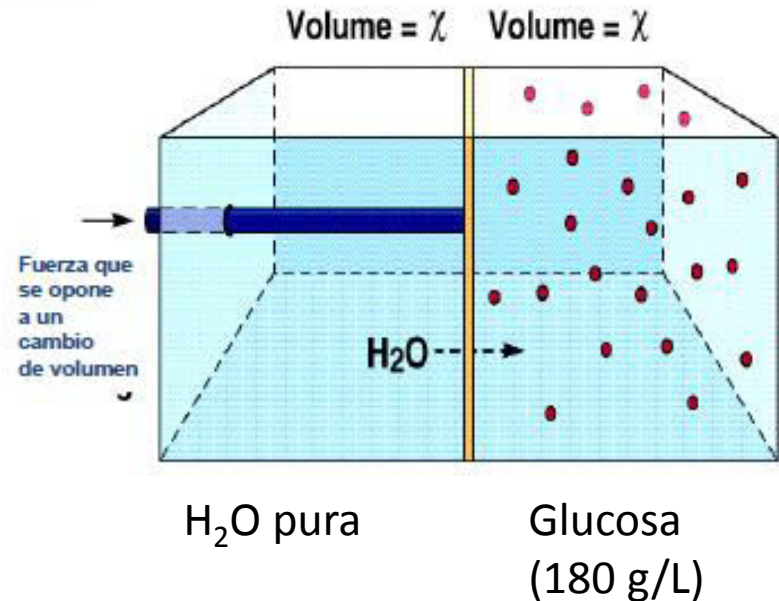
Donde:

π : presión osmótica (atm).

M: molaridad (mol/L).

R: constante de los gases (0,082 atm L/K mol).

T: temperatura (K).



Aplicación \rightarrow determinación de pesos moleculares (moléculas biológicas), osmosis inversa (desalinización de agua de mar).

Ejemplo

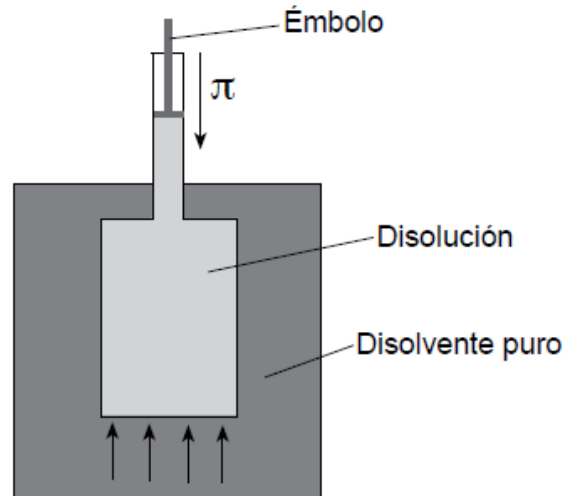
Suponiendo que la presión osmótica de la sangre a 37 °C es 7,65 atm, ¿qué cantidad de glucosa por litro debe utilizarse para una inyección intravenosa que ha de tener la misma presión osmótica que la sangre?

Según la ecuación de Van't Hoff:

$$\pi = M R T$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{\Pi}{RT} = \frac{7,65 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/K} \cdot \text{mol} \cdot 310 \text{ K}} = 0,301 \text{ mol/L}$$

El siguiente diagrama representa un osmómetro, instrumento utilizado para medir la presión osmótica.



Si la concentración de la disolución es 3 M y se encuentra a 20 °C (293 K), ¿cuál es el valor de la presión que se debe ejercer con el émbolo para evitar el paso del disolvente a la disolución?

- A) 1,0 atm
- B) 3,0 atm
- C) 20,2 atm
- D) 24,0 atm
- E) 72,1 atm

E

Aplicación

2. Propiedades coligativas

2.5 Propiedades coligativas de los electrolitos

Las propiedades coligativas están referidas para sustancias tipo “no electrolitos”, pero podemos determinar el efecto de la disolución de un **soluto de tipo iónico** introduciendo un factor de corrección, denominado **factor de Van't Hoff (i)**.

Para las disoluciones acuosas de electrolitos:

$$\Delta T_f = 1,86^\circ\text{C}/m \times \text{molalidad} \times i$$

$$\Delta T_e = 0,52^\circ\text{C}/m \times \text{molalidad} \times i$$

$$\pi = M \times R \times T \times i$$

Donde **i** es igual al **número de mol de iones por mol de electrolito**.

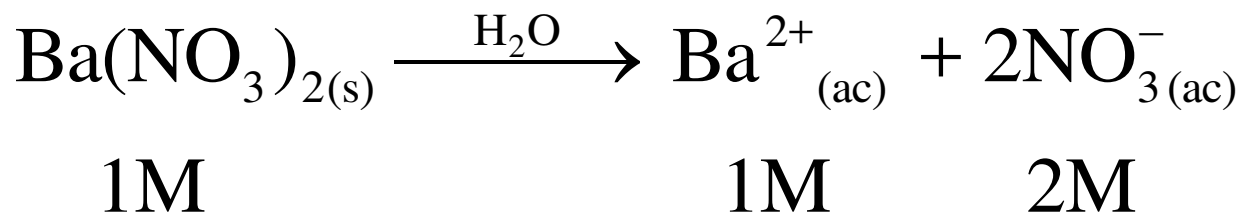
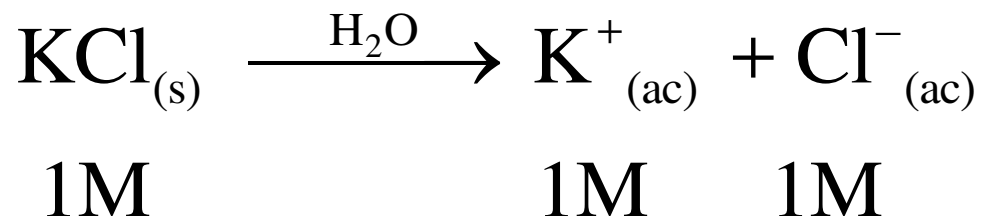
$$i (\text{NaCl}) = 2$$

$$i (\text{MgSO}_4) = 2$$

$$i (\text{CaCl}_2) = 3$$

3. Concentración molar de iones

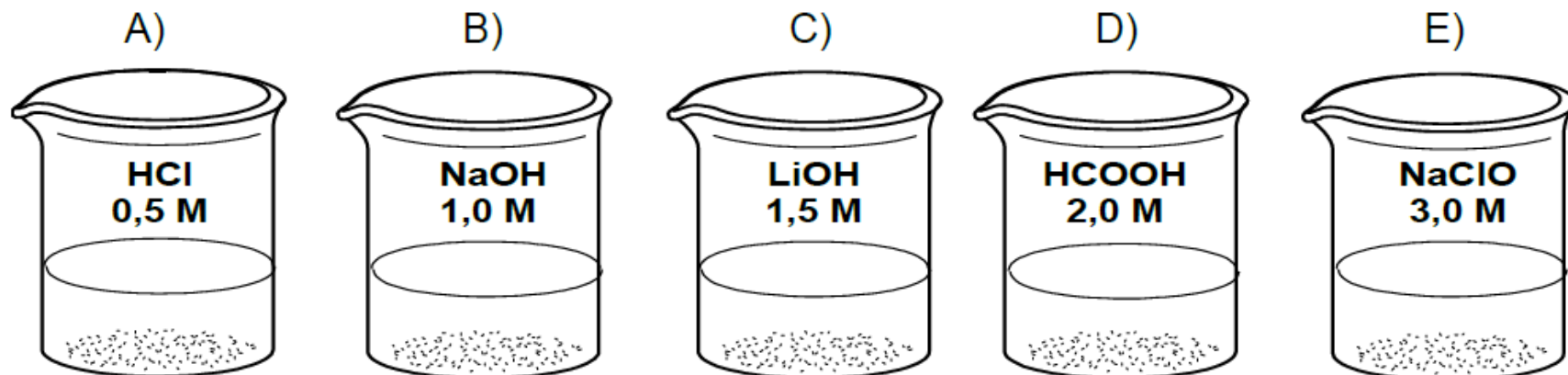
- Se debe conocer la **ecuación de disociación** de la sustancia iónica.
- Asumiendo un 100% de disociación, se multiplica la concentración inicial por los coeficientes estequiométricos de los productos.



Tanto el cloruro de potasio (KCl) como el nitrato de bario ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) son electrolitos fuertes, por lo que su disociación es completa y no quedan unidades de KCl ni de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

Pregunta oficial PSU

Al bajar gradualmente la temperatura, ¿cuál de las siguientes disoluciones acuosas congela a una temperatura más alta?



A

Comprensión

Tabla de corrección

Ítem	Alternativa	Unidad temática	Habilidad
1	D	Disoluciones químicas	Comprensión
2	B	Disoluciones químicas	Reconocimiento
3	E	Disoluciones químicas	Reconocimiento
4	D	Disoluciones químicas	Reconocimiento
5	B	Disoluciones químicas	Aplicación
6	E	Disoluciones químicas	Aplicación
7	E	Disoluciones químicas	Comprensión
8	B	Disoluciones químicas	ASE
9	D	Disoluciones químicas	Aplicación
10	A	Disoluciones químicas	Reconocimiento
11	A	Disoluciones químicas	Comprensión
12	D	Disoluciones químicas	Aplicación

Tabla de corrección

Ítem	Alternativa	Unidad temática	Habilidad
13	B	Disoluciones químicas	Comprensión
14	B	Disoluciones químicas	ASE
15	E	Disoluciones químicas	ASE
16	A	Disoluciones químicas	Comprensión
17	C	Disoluciones químicas	Comprensión
18	E	Disoluciones químicas	Aplicación
19	D	Disoluciones químicas	ASE
20	C	Disoluciones químicas	ASE
21	D	Disoluciones químicas	ASE
22	B	Disoluciones químicas	ASE
23	C	Disoluciones químicas	ASE
24	D	Disoluciones químicas	ASE
25	E	Disoluciones químicas	Aplicación

Síntesis de la clase

