

COLOQUIO N° 8:

SOLUCIONES: PROPIEDADES COLIGATIVAS.

SOLUBILIDAD DE GASES

PROBLEMA 1.

Un estudiante observa dos recipientes con agua. Uno de los recipientes se calienta a 30°C y el otro a 100°C. En cada caso, se forman burbujas en el agua. ¿Tienen el mismo origen estas burbujas? Justifique su respuesta.

PROBLEMA 2.

La ley de Henry dice que la solubilidad de los gases es directamente proporcional a la variación de la presión e inversamente proporcional a la temperatura. En el proceso de embotellamiento de una bebida gaseosa, que contiene gas carbónico disuelto en el líquido, se aumenta la presión del sistema y se disminuye la temperatura hasta quedar entre 4°C y 7°C. Este proceso se debe realizar en esas condiciones porque:

- El aumento de presión hace que la temperatura aumente y la solubilidad del gas disminuya
- La disminución en la temperatura no varía la cantidad de gas disuelto en la solución
- El aumento en la temperatura aumenta la cantidad de gas disuelto en la solución
- La disminución en la temperatura del sistema permite que aumente la solubilidad del gas

PROBLEMA 3.

Calcule la concentración de CO₂ en una bebida gaseosa que está embotellada con una presión parcial de CO₂ de 4.0 atm sobre el líquido a 25 °C. La constante de la ley de Henry para el CO₂ en agua a esta temperatura es de 3.4×10^{-2} mol/L-atm.

PROBLEMA 4.

La constante de la ley de Henry para el gas helio en agua a 30 °C es 3.7×10^{-4} M/atm y la constante para el N₂ a 30 °C es 6.0×10^{-4} M/atm. Si los dos gases están presentes a 1.5 atm de presión, calcule la solubilidad de cada gas.

PROBLEMA 5.

La presión parcial del O₂ en el aire al nivel del mar es de 0.21 atm. Con los datos de la tabla junto con la ley de Henry, calcule la concentración molar del O₂ en el agua de la superficie de un lago en la montaña saturado con aire a 20 °C y una presión atmosférica de 650 torr.

Gas	Solubilidad (M)
N ₂	0.69×10^{-3}
CO	1.04×10^{-3}
O ₂	1.38×10^{-3}
Ar	1.50×10^{-3}
Kr	2.79×10^{-3}

PROBLEMA 6.

La solubilidad del N₂ en la sangre a 37°C y a una presión parcial de 0.80 atm es de 5.6×10^{-4} mol/L. Un buzo marino respira aire comprimido con una presión parcial de N₂ igual a 4.0 atm. Suponga que el volumen total de sangre en el cuerpo es de 5.0 L. Calcule la cantidad de N₂ gaseoso desprendido (en litros, a 37°C y 1 atm) cuando el buzo regresa a la superficie del agua, en donde la presión parcial del N₂ es de 0.80 atm.

PROBLEMA 7.

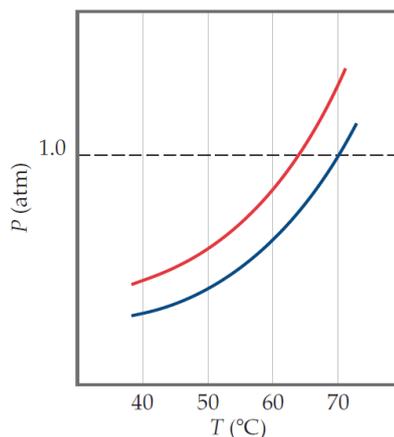
La solubilidad del CO_2 en agua a 25°C y 1 atm es de 0.034 mol/L. ¿Cuál será su solubilidad en condiciones atmosféricas? (La presión parcial del CO_2 en el aire es de 0.0003 atm.) Suponga que el CO_2 obedece la ley de Henry.

PRESIÓN DE VAPOR-LEY DE RAULT. ECUACIÓN DE CLAUSIUS-CLAPERYRON

PROBLEMA 8.

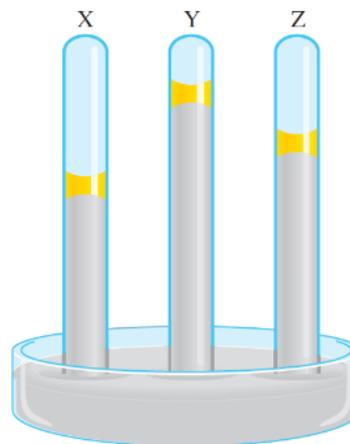
El siguiente diagrama muestra las curvas de presión de vapor de un disolvente volátil y una solución de dicho disolvente que contiene un soluto no volátil.

- ¿Qué línea representa a la solución?
- ¿Cuáles son los puntos de ebullición normales del disolvente y de la solución?



PROBLEMA 9.

Considere los tres manómetros de mercurio que se muestran en el siguiente diagrama. Uno de ellos tiene 1 mL de agua colocado en la parte superior del mercurio, otro tiene 1 mL de una solución de urea 1 m sobre el mercurio y el tercero tiene 1 mL de una solución de NaCl 1 m en la parte superior del mercurio. ¿Cuál de estas soluciones está en el tubo marcado como X, cuál en el tubo Y y cuál en el tubo Z?



PROBLEMA 10.

Utilice la ley de Raoult para predecir las presiones parciales del vapor sobre una solución que contiene 0.550 mol de acetona ($P^0 = 345$ torr) y 0.550 mol de cloroformo ($P^0 = 295$ torr).

PROBLEMA 11.

- Calcule el abatimiento de presión de vapor asociado con la solución de 20.2 g de azúcar de mesa, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, en 400 g de agua a 25.0°C .
- ¿Cuál es la presión de vapor de la solución? Considere que la solución es ideal. A 25°C , la presión de vapor del agua pura es de 23.76 torr.
- ¿Cuál es la presión de vapor de la solución a 100°C ?

PROBLEMA 12.

Se preparó una solución mezclando 50.0 g de diclorometano, CH_2Cl_2 , y 30.0 g de dibromometano, CH_2Br_2 , a 0°C . La presión de vapor del CH_2Cl_2 puro es de 0.175 atm y la del CH_2Br_2 es de 0.0150 atm.

- Calcule la presión de vapor total de la solución
- Calcule la fracción molar del CH_2Cl_2 y del CH_2Br_2 del vapor sobre el líquido

PROBLEMA 13.

A 63.5°C la presión de vapor del H_2O es de 175 torr, y la del etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) es de 400 torr. Se prepara una solución mezclando masas iguales de H_2O y $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

- ¿Cuál es la fracción molar del etanol en la solución?
- ¿Cuál es la presión de vapor de la solución a 63.5°C ?
- ¿Cuál es la fracción molar del etanol en el vapor sobre la solución?

PROBLEMA 14.

A 20°C la presión de vapor del benceno (C_6H_6) es de 75 torr y la del tolueno (C_7H_8) es de 22 torr.

- ¿Cuál es la composición en fracciones molares de una solución que tiene una presión de vapor de 35 torr a 20°C ?
- ¿Cuál es la fracción molar del benceno en el vapor sobre la solución descrita en el inciso a)?

PROBLEMA 15.

Calcule la presión de vapor del agua sobre una solución preparada mediante la adición de 22.5 g de lactosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) a 200.0 g de agua a 338 K. (Los datos relacionados con la presión de vapor de agua aparecen en el Apéndice I).

PROBLEMA 16.

Calcule la masa del propilenglicol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$) que se debe adicionar a 0.340 kg de agua para reducir la presión de vapor a 2.88 torr a 40°C .

PROBLEMA 17.

Calcule la presión de vapor de agua sobre una disolución preparada al disolver 28.5 g de glicerina ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) en 125 g de agua a 343 K. (La presión de vapor del agua se indica en el Apéndice I).

PROBLEMA 18.

Calcule la masa del etilenglicol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) que se debe agregar a 1.00 kg de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) para reducir su presión de vapor a 10.0 torr a 35°C . La presión de vapor del etanol puro a 35°C es de 1.00×10^2 torr.

PROBLEMA 19.

El alcohol isopropílico, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, tiene una presión de vapor de 100 torr a 39.5°C y de 400 torr a 67.8°C . Estime el calor molar de vaporización del alcohol isopropílico.

PROBLEMA 20.

El tolueno, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, es un líquido que se usa en la preparación de dinamita (TNT). Su punto de ebullición normal es de 111.0°C y su calor molar de vaporización es de 35.9 kJ/mol. ¿Cuál es la presión de vapor (en torr) del tolueno a 85.00°C ?

PROBLEMA 21.

En su punto de ebullición normal, el calor de vaporización de agua (100.0 °C) es de 40656 J/mol y el del agua pesada (D₂O) (101.41 °C) es de 41606 J/mol. Con estos datos, calcule la presión de vapor de cada líquido a 80.0 °C.

PROPIEDADES COLIGATIVAS**PROBLEMA 22.**

Calcule el punto de ebullición de una solución acuosa de etilenglicol 2.97 m, un no electrolito no volátil.

PROBLEMA 23.

Una solución se prepara disolviendo 8.89 g de azúcar común (sacarosa, C₁₂H₂₂O₁₁, 342 g/mol) en 34.0 g de agua. Calcule el punto de ebullición de la solución. La sacarosa es un no electrolito no volátil.

PROBLEMA 24.

¿Cuál es el punto de ebullición y el punto de congelación de una solución de naftaleno 2.47 m en benceno? (El punto de ebullición y el punto de congelación del benceno son 80.1°C y 5.5°C, respectivamente.)

PROBLEMA 25.

¿Cuántos gramos de etilenglicol (C₂H₆O₂) se deben adicionar a 1.00 kg de agua para producir una solución que se congele a -5.00 °C?

PROBLEMA 26.

El análisis elemental de un sólido orgánico extraído de la goma arábiga (una sustancia chiclosa que se utiliza en pegamentos, tintas y productos farmacéuticos) mostró que contenía 40.0% de C, 6.7% de H y 53.3% de O. Una solución de 0.650 g del sólido en 27.8 g del disolvente bifenilo tuvo una disminución del punto de congelación de 1.56°C. Calcule la masa molar y la fórmula molecular del sólido. (K_f para el bifenilo es de 8.00°C/m.)

PROBLEMA 27.

Una solución que contiene 0.8330 g de un polímero de estructura desconocida en 170.0 mL de un disolvente orgánico mostró una presión osmótica de 5.20 mmHg a 25°C. Determine la masa molar del polímero.

PROBLEMA 28.

Se disuelve en agua una muestra de 7.480 g de un compuesto orgánico para obtener 300.0 mL de solución. La solución tiene una presión osmótica de 1.43 atm a 27°C. El análisis de este compuesto muestra que contiene 41.8% de C, 4.7% de H, 37.3% de O y 16.3% de N. Calcule la fórmula molecular del compuesto.

PROBLEMA 29.

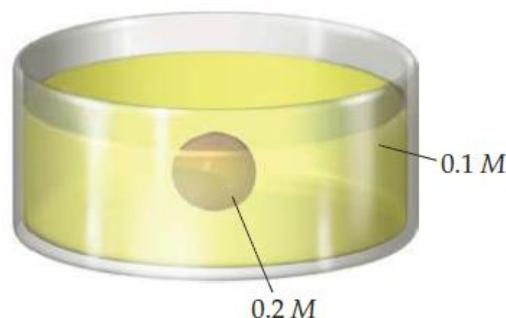
¿Cuál es la presión osmótica formada por la disolución de 44.2 mg de aspirina (C₉H₈O₄) en 0.358 L de agua a 25 °C?

PROBLEMA 30.

Una solución de NaCl a 0.86% en masa se denomina “suero fisiológico” porque su presión osmótica es igual a la de la disolución de las células sanguíneas. Calcule la presión osmótica de esta solución a la temperatura normal del cuerpo (37°C). Observe que la densidad de la solución salina es de 1.005 g/mL.

PROBLEMA 31.

Suponga que tiene un globo hecho con alguna membrana semipermeable altamente flexible. El globo se llena por completo con una solución 0.2 M de algún soluto y se sumerge en una solución 0.1 M del mismo soluto. Inicialmente, el volumen de la solución en el globo es de 0.25 L. Suponga que el volumen fuera de la membrana semipermeable es grande, como se presenta en la figura. ¿Qué esperaría con respecto al volumen de la solución dentro del globo una vez que el sistema alcance el equilibrio a través de ósmosis?

**PROBLEMA 32.**

El agua de mar contiene 3.4 g de sales por cada litro de solución. Suponiendo que el soluto consiste por completo en NaCl (más de 90%), calcule la presión osmótica del agua de mar a 20 °C.

PROBLEMA 33.

El alcohol laurílico se obtiene a partir del aceite de coco y se utiliza para fabricar detergentes. Una solución de 5.00 g de alcohol laurílico en 0.100 kg de benceno se congela a 4.1 °C. ¿Cuál es la masa molar aproximada del alcohol laurílico?

PROBLEMA 34.

La lisozima es una enzima que rompe las paredes celulares de las bacterias. Una solución que contiene 0.150 g de esta enzima en 210 mL de solución tiene una presión osmótica de 0.953 torr a 25 °C. ¿Cuál es la masa molar de la lisozima?

PROBLEMA 35.

La presión osmótica medida de una solución acuosa de 0.010 M de CaCl_2 es de 0.674 atm a 25 °C.

- Calcule el factor de Van't Hoff, i , para la solución.
- ¿Cuál sería el cambio en el valor de i a medida que la solución se vuelve más concentrada? Explique.

APÉNDICE I

PROPIEDADES DEL AGUA

Densidad:	0.99987 g/mL a 0 °C 1.00000 g/mL a 4 °C 0.99707 g/mL a 25 °C 0.95838 g/mL a 100 °C
Calor (entalpía) de fusión:	6.008 kJ/mol a 0 °C
Calor (entalpía) de vaporización:	44.94 kJ/mol a 0 °C 44.02 kJ/mol a 25 °C 40.67 kJ/mol a 100 °C
Constante de ion-producto, K_w :	1.14×10^{-15} a 0 °C 1.01×10^{-14} a 25 °C 5.47×10^{-14} a 50 °C
Calor específico:	2.092 J/g·K = 2.092 J/g·°C para hielo a -3 °C 4.184 J/g·K = 4.184 J/g·°C para agua a 25 °C 1.841 J/g·K = 1.841 J/g·°C para vapor a 100 °C

Presión de vapor (torr) a diferentes temperaturas

T(°C)	P	T(°C)	P	T(°C)	P	T(°C)	P
0	4.58	21	18.65	35	42.2	92	567.0
5	6.54	22	19.83	40	55.3	94	610.9
10	9.21	23	21.07	45	71.9	96	657.6
12	10.52	24	22.38	50	92.5	98	707.3
14	11.99	25	23.76	55	118.0	100	760.0
16	13.63	26	25.21	60	149.4	102	815.9
17	14.53	27	26.74	65	187.5	104	875.1
18	15.48	28	28.35	70	233.7	106	937.9
19	16.48	29	30.04	80	355.1	108	1004.4
20	17.54	30	31.82	90	525.8	110	1074.6



Constantes molales de elevación del punto de ebullición y de disminución del punto de congelación

Disolvente	Punto de ebullición normal (°C)	K_b (°C/m)	Punto de congelación normal (°C)	K_f (°C/m)
Agua H ₂ O	100.0	0.51	0.0	1.86
Benceno C ₆ H ₆	80.1	2.53	5.5	5.12
Etanol C ₂ H ₅ OH	78.4	1.22	-114.6	1.99
Tetracloruro de carbono CCl ₄	76.8	5.02	-22.3	29.8
Cloroformo CHCl ₃	61.2	3.63	-63.5	4.68

Factores de Van't Hoff para varias sustancias a 25 °C

Compuesto	Concentración			Valor límite
	0.100 m	0.0100 m	0.00100 m	
Sacarosa	1.00	1.00	1.00	1.00
NaCl	1.87	1.94	1.97	2.00
K ₂ SO ₄	2.32	2.70	2.84	3.00
MgSO ₄	1.21	1.53	1.82	2.00