

Ejercicios de Entrenamiento

Nivel 2 - Serie 1

Aclaración para esta y para futuras series de ejercitación:

Utiliza tu tabla periódica (o la provista por la OAQ en su sitio web www.oaq.uba.ar) para obtener las masas atómicas que pudieras necesitar para resolver los ejercicios. A menos que se indique lo contrario, puedes considerar que las sustancias gaseosas se comportan idealmente.

Ejercicio 1. 100 gramos de solución saturada de cloruro de litio en agua, en equilibrio con $\text{LiCl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ como fase sólida, contienen 45,85 g de LiCl a 25 °C. La densidad de la solución es de 1,296 g mL^{-1} . ¿Cuál es la solubilidad del $\text{LiCl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ en a) 1 kg de H_2O , b) 1 L de solución?, c) ¿Cuál es la fracción molar del LiCl en la solución saturada?

R.: a) 1884,7 g de $\text{LiCl}\cdot\text{H}_2\text{O}$; b) 846,7 g de $\text{LiCl}\cdot\text{H}_2\text{O}$; c) $x(\text{LiCl}) = 0,265$.

Ejercicio 2. ¿Qué masa de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ se necesita para preparar 1 L de una solución de concentración tal que 1,00 mL precipite exactamente el Ce^{3+} de 1,00 mL de solución 0,100 M de CeCl_3 ?

R.: 18,91 g de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Ejercicio 3. Las presiones de vapor de cada componente en una mezcla de propanona (acetona, $\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$, A) y triclorometano (cloroformo, CHCl_3 , C) se midieron a 35 °C con los siguientes resultados:

X_C	0	0,20	0,40	0,670	0,80	1
p_C / Torr	0	35	82	142	219	293
p_A / Torr	347	270	185	102	37	0

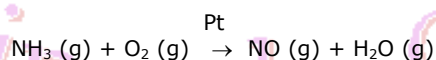
- a) Confirma gráficamente que la mezcla está bien descrita por la ley de Raoult para el componente en franco exceso y por la ley de Henry para el componente minoritario.
b) Halla las constantes de la ley de Henry.

R.: b) $k_{H,A} = 175$ Torr, $k_{H,C} = 165$ Torr.

Ejercicio 4. La presión de vapor de una muestra de benceno ($M = 78,11$ g mol^{-1}) cuya masa es de 500 g vale 400 Torr a 60,6 °C. Al disolver 19,0 g de un compuesto orgánico no volátil X la presión de vapor descendió hasta 386 Torr. Calcula la masa molar del compuesto X.

R.: $M(X) = 0,082$ kg mol^{-1} .

Ejercicio 5. El primer paso en la producción de ácido nítrico es la oxidación de amoníaco a óxido nítrico a través de la siguiente reacción:



- a) balancea la ecuación anterior;
b) calcula la masa (expresada en g) de NO producida por la reacción de 600 L de O_2 (g) con un exceso de NH_3 , suponiendo un rendimiento del 90%. La densidad del oxígeno en las condiciones de reacción es de 1,43 g L^{-1} .

R.: a) $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$;
b) 579,5 g de NO.

Ejercicio 6. Se colectó una muestra de hidrógeno sobre agua a 25 °C. La presión de vapor del agua a dicha temperatura es de 23,8 Torr. Posteriormente se agregó un agente deshidratante a efectos de absorber el agua de la mezcla gaseosa. Si el volumen original de la mezcla de hidrógeno y vapor de agua era de 33,3 L y la presión original de dicha mezcla era de 738 Torr, ¿qué volumen ocupará el hidrógeno seco tal que su presión sea de 743 Torr?

R.: $V(\text{H}_2) = 32,0$ L.

Ejercicio 7. a) En un experimento para medir la masa molar del polietileno (PE), el cual consiste en largas cadenas $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$, se disolvieron 2,20 g del plástico en tolueno ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$) suficiente como para obtener 100 mL de solución cuya presión osmótica resultó ser de $1,10 \times 10^{-2}$ atm a 25 °C. Calcula la masa molar del polietileno.

b) La presión osmótica de 150 mL de solución obtenida mezclando 3,0 g de poliestireno con suficiente benceno fue de 1,21 kPa a 25 °C. Calcula la masa molar de la muestra de poliestireno.



R.: a) 48 kg mol⁻¹, b) 40 kg mol⁻¹.

Ejercicio 8. a) Se determinó que una muestra de magnesio cuya masa era de 0,450 g reaccionó con exceso de nitrógeno para formar 0,623 g de nitruro de magnesio. Determina la fórmula empírica del nitruro de magnesio y escribe la ecuación balanceada correspondiente a la reacción que tuvo lugar.

b) Un análisis de los productos de combustión de 1,621g de etanol mostró que fueron producidos 1,902 g de agua y 3,095 g de dióxido de carbono. Determina la fórmula empírica del etanol y escribe la ecuación balanceada correspondiente a la reacción de combustión.

R.: a) Mg_3N_2 , $6 Mg (s) + 2 N_2 (g) \rightarrow 2 Mg_3N_2 (s)$;
b) C_2H_6O , $C_2H_6O + 3 O_2 (g) \rightarrow 2 CO_2(g) + 3 H_2O$.

Ejercicio 9. Se tienen dos recipientes, A y B. El recipiente A tiene un volumen de 1,2 L y contiene helio puro a 0,63 atm. El recipiente B tiene un volumen de 3,4 L y contiene neón puro a 2,8 atm. Ambos recipientes están unidos entre sí por un tubo, en medio del cual se interpone una válvula cerrada que impide la mezcla de los gases contenidos en A y B. Calcula las presiones parciales de la mezcla de helio y neón que se obtiene luego de abrir la válvula (considera que el tubo que une a ambos recipientes tiene volumen despreciable). La temperatura permanece constante a 16 °C.

R.: $p(He) = 0,16 \text{ atm}$; $p(Ne) = 2,0 \text{ atm}$.

Ejercicio 10. ¿Qué volumen de ácido clorhídrico concentrado ($\rho = 1,200 \text{ g mL}^{-1}$) que contiene 39,11% en masa de HCl se requiere para preparar: a) 1 L de ácido que contenga 20,01% en masa ($\rho = 1,100 \text{ g mL}^{-1}$); b) 1 L de ácido 6 M?

R.: a) 469,0 mL; b) 466,2 mL

Ejercicio 11. El etilenglicol, EG, $CH_2(OH)CH_2(OH)$, es un anticongelante común para automóviles. Es soluble en agua y bastante no volátil (Pto. de Ebul.: 197°C). Calcula el punto de ebullición y el punto de congelación de una solución que contiene 478 g de etilenglicol en 3202 g de agua. ¿Recomiendas dejar esta sustancia en el radiador del automóvil durante el verano?

$M(EG) = 62,01 \text{ g mol}^{-1}$; $K_f(H_2O) = 1,86^\circ\text{C kg mol}^{-1}$; $K_{eb}(H_2O) = 0,52^\circ\text{C kg mol}^{-1}$

R.: $T_{eb} = 101,3^\circ\text{C}$ (conviene dejarlo en verano para retardar la entrada en ebullición de la solución); $T_f = -4,48^\circ\text{C}$.

Ejercicio 12. Se prepara una solución condensando 4,00 L de un gas, medido a 27°C y 748 Torr de presión, en 58,0 g de benceno. Calcula el punto de congelación de esta solución.

$K_f(\text{benceno}) = 5,12^\circ\text{C kg mol}^{-1}$

R.: $T_f = -8,6^\circ\text{C}$.

Ejercicio 13. A 25°C, la presión de vapor del agua pura es 23,76 Torr y la de una solución acuosa de urea es 22,98 Torr.

1. Calcula la concentración de la solución expresada en moles de urea por kg de agua (molalidad).
2. Expresa las presiones de vapor enunciadas en atmósferas y en pascales. (1 atm = 760 mmHg = 760 Torr = 101325 Pa)

R.: 1. $c = 1,8 \text{ mol kg}^{-1}$

Ejercicio 14. a) La solubilidad del nitrógeno gaseoso puro a 25 °C y 1 atm es $6,8 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$. ¿Cuál es la concentración de nitrógeno disuelto en agua en condiciones atmosféricas? La presión parcial del nitrógeno gaseoso en la atmósfera es 0,78 atm.

b) Calcula la concentración en mol L⁻¹ de oxígeno en agua a 25 °C para una presión parcial de 0,22 atm. La constante de la ley de Henry para el oxígeno es $3,5 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}\text{atm}^{-1}$

R.: a) $c = 5,3 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$; b) $7,7 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$

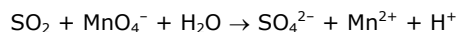
Ejercicio 15. Equilibra las siguientes ecuaciones:

- a) $Cr(OH)_4^- + ClO^- \rightarrow CrO_4^{2-} + Cl^-$ (solución básica)
- b) $K_2Cr_2O_7 + HI \rightarrow KI + CrI_3 + I_2 + H_2O$
- c) $MnO_4^- + ClO_2^- \rightarrow MnO_2 + ClO_4^-$ (solución básica)
- d) $Bi(OH)_3(s) + HSnO_2^- \rightarrow Bi(s) + Sn(OH)_6^-$ (solución básica)
- e) $CaH_2(s) + NH_4^+ \rightarrow H_2(g) + NH_3 + Ca^{2+}$

Ejercicio 16. Una solución de 6,85 g de un carbohidrato en 100,0 g de agua tiene una densidad de 1,024 g mL⁻¹ y una presión osmótica de 4,61 atm a 20,0 °C. Calcula la masa molar del carbohidrato.

R.: $M = 343 \text{ g mol}^{-1}$

Ejercicio 17. El SO₂ presente en el aire es el principal responsable del fenómeno de la lluvia ácida. Se puede determinar la concentración de SO₂ al titularlo con una solución patrón de permanganato de potasio, de acuerdo con la siguiente reacción (ecuación no balanceada):



Equilibra la ecuación anterior y calcula la masa de SO_2 presente en una muestra de aire si en la titulación se requieren 7,37 mL de una solución 0,00800 M de KMnO_4 .

R.: $9,43 \times 10^{-3}$ g.

Ejercicio 18. Una solución de fructosa al 24 % ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) en agua tiene una densidad de $1,10 \text{ g mL}^{-1}$ a 20°C . (a) ¿Cuál es la molalidad de la fructosa en esta solución? (b) La densidad disminuye con el aumento de la temperatura. ¿La molalidad sería menor, mayor o la misma que la molalidad a 20°C ? ¿Y la molaridad? Explícalo.

R.: a) 1,75 molal.

Ejercicio 19. Se prepara una disolución mezclando 60,0 g de diclorometano (CH_2Cl_2) y 30,0 g de dibromometano (CH_2Br_2) a 0°C . La presión de vapor a 0°C del CH_2Cl_2 puro es de 0,175 atm y la del CH_2Br_2 es de 0,0150 atm.

(a) Suponiendo comportamiento ideal, calcula la presión de vapor total de la solución; (b) Calcula las fracciones molares del CH_2Cl_2 y CH_2Br_2 en el vapor por encima del líquido. Supón que tanto el vapor como la solución se comportan idealmente.

Ejercicio 20. Muchos compuestos biológicos se aíslan y purifican en cantidades muy pequeñas. Disolvemos 11,0 mg de una macromolécula biológica de masa molar relativa igual a $2,00 \times 10^4$ en 10,0 g de agua.

(a) Calcula el punto de congelación de la solución; (b) Calcula la presión osmótica de la solución a 25°C ; (c) Supón que estamos intentando usar las medidas del punto de congelación para *determinar* la masa molar de esta sustancia y que cometemos un error de sólo $0,001^\circ\text{C}$ en la medida de la temperatura. ¿Qué porcentaje de error causaría esto en la masa molar calculada? (d) Supón que pudiéramos medir la presión osmótica con un error de sólo 0,1 torr (no es muy difícil de lograr experimentalmente). ¿Qué porcentaje de error causaría esto en la masa molar calculada?

R.: (a) $-1,02 \times 10^{-4}^\circ\text{C}$; (b) 1,02 torr; (c) 1.000 %; (d) 10 %.

Ejercicio 21. Una muestra de una droga ($\text{C}_{21}\text{H}_{23}\text{O}_5\text{N}$, $M_r = 369$) mezclada con lactosa (un azúcar, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, $M_r = 342$) se analizó por presión osmótica para determinar la cantidad de azúcar presente. Si 100,00 mL de solución que contienen 1,00 g de mezcla droga-azúcar tienen una presión osmótica de 527 torr a 25°C , ¿cuál es el porcentaje de azúcar presente?

R.: 56 % de lactosa en masa.

Ejercicio 22. La fracción molar del metano (CH_4) disuelto en agua se puede calcular a partir de las constantes de la ley de Henry de $4,13 \times 10^4$ atm a 25°C y $5,77 \times 10^4$ atm a 50°C .¹ Calcula la solubilidad del metano a estas temperaturas para una presión de metano de 10 atm sobre la solución. ¿Aumenta o disminuye la solubilidad con el aumento de la temperatura?

R.: a 25°C : $x(\text{CH}_4) = 2,4 \times 10^{-4}$; a 50°C : $x(\text{CH}_4) = 1,7 \times 10^{-4}$; disminuye.

Ejercicio 23. Un líquido muy volátil se dejó vaporizar completamente en un matraz de 250 mL introduciéndolo en agua hirviendo. A partir de los datos siguientes, calcula la masa molar relativa del líquido. Masa del matraz vacío = 65,347 g; masa del matraz lleno con agua a temperatura ambiente = 327,4 g; masa del matraz y del líquido condensado = 65,739 g; presión atmosférica = 743,3 torr; temperatura del agua hirviendo = $99,8^\circ\text{C}$; densidad del agua a temperatura ambiente = $0,997 \text{ g mL}^{-1}$.

R.: $M_r = 46,7$.

Ejercicio 24. La solución de ácido clorhídrico concentrado comercial es del 37,0 % de HCl y tiene una densidad de $1,19 \text{ g mL}^{-1}$. Se prepara una solución diluida de HCl agregando agua a 2,00 mL de la solución concentrada hasta llevar a un volumen total de 100,00 mL. Luego, 10,00 mL de esta solución reaccionan con una solución de AgNO_3 precipitando AgCl (s).

(a) escribe una ecuación química que represente la reacción que tuvo lugar entre el ácido y el nitrato de plata; (b) ¿Qué volumen (expresado en mL) de solución acuosa de AgNO_3 0,108 M se necesitarán para precipitar todo el cloruro como AgCl (s)?

¹ Notar que la expresión de la ley de Henry implícita en el enunciado es $p(\text{gas}) = k c(\text{gas})$, donde c está expresada en fracción molar. En el ejercicio 14, la expresión utilizada era $c(\text{gas}) = k p(\text{gas})$ con c expresada en mol L^{-1} y k en $\text{mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$. Ambas expresiones de la ley son comunes y la forma específica de enunciación debe inferirse de las unidades de la constante de Henry informadas.



Ejercicio 25. Balancea las siguientes ecuaciones químicas e indica, en aquellas que involucren un proceso de oxidorreducción, cuál(es) es la especie que se reduce y cuál(es) la que se oxida:

- (a) $\text{UO}_2 + \text{HF} \rightarrow \text{UF}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- (b) $\text{CrCl}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
- (c) $\text{PbO} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{Pb} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (d) $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

Ejercicio 26. Un compuesto contiene fósforo, nitrógeno y cloro en el siguiente porcentaje en peso: 61,17% de cloro y 26,72% de fósforo. Se disolvieron 1,2952 g de este compuesto en 15,00 mL de benceno ($\delta = 0,879 \text{ g mL}^{-1}$), produciendo el congelamiento de la solución a 4,03°C. El benceno empleado como solvente tenía un punto de congelación de 5,48°C. ¿Cuál es la fórmula molecular del compuesto? (K_c del benceno = 5,12°C).

R.: $\text{P}_3\text{Cl}_3\text{N}_6$

Ejercicio 27. Suponiendo un comportamiento ideal de la solución, ¿qué masa de sacarosa (no electrolito, $M_r = 342$) deberían añadirse a 100 g de agua para producir una solución con una *diferencia* de 105,0°C entre las temperaturas de congelación y de ebullición? (Para el agua, $K_c = 1,86^\circ\text{C molal}^{-1}$; $K_e = 0,51^\circ\text{C molal}^{-1}$).

R.: 72 g

Ejercicio 28. Existe una preocupación por el posible riesgo a la salud que representa la presencia del gas radiactivo radón (Rn) en aguas de pozo obtenidas de mantos freáticos que están en depósitos de roca. Una muestra que incluye varios gases contiene una fracción molar de $3,5 \times 10^{-6}$ de radón. Dicha muestra, a una presión total de 36 atm, se agita con agua a 30°C. Calcula la concentración (expresada en mol L^{-1}) del radón en el agua.

Dato: la solubilidad del radón en agua a una presión de 1 atm de radón sobre la solución a 30°C es de $7,27 \times 10^{-3} \text{ M}$.

R.: $[\text{Rn}] = 9,2 \times 10^{-7} \text{ M}$.

Ejercicio 29. a) Muestra numéricamente que la molalidad y la molaridad de una solución acuosa de cloruro de sodio $1,00 \times 10^{-4} \text{ M}$ son casi la misma. ¿Por qué es esto cierto? ¿Sería esto cierto si se sustituyese el agua por otro solvente, por ejemplo, acetonitrilo (CH_3CN)? ¿Por qué o por qué no? La densidad del CH_3CN es de $0,786 \text{ g mL}^{-1}$ a 20°C.

b) Calcula la presión osmótica asociada a una solución acuosa 0,0111 M de un soluto electrolito no volátil a 75°C.

R.: b) 0,317 atm

Ejercicio 30. a) La glicerina, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, es un no electrolito no volátil con una densidad de $1,26 \text{ g mL}^{-1}$ a 25°C. Calcula la presión de vapor de una solución que se preparó agregando 50,0 mL de glicerina a 500,0 mL de agua. La presión de vapor del agua pura a 25°C es de 23,8 torr.

b) La presión de vapor del agua pura a 110°C es de 1070 torr. Una solución de etilenglicol y agua tiene una presión de vapor de 1,00 atm a 110°C. Calcula la fracción molar del etilenglicol en la solución.

R.: a) 23,2 torr; b) 0,290.

Ejercicio 31. El tricloruro de antimonio se hidroliza cuantitativamente en agua, produciendo un precipitado blanco y una solución de HCl. En un experimento, una muestra de 9,653 g de SbCl_3 se trató con agua en exceso (100 mL exactos) y se les dejó reaccionar. El precipitado se separó por filtración y se titularon 20,00 mL de los 100 mL de la solución con NaOH $0,5123 \text{ mol L}^{-1}$; se necesitaron 41,30 mL de este último para neutralizar la muestra tomada de HCl. ¿Cuál de las siguientes ecuaciones químicas balanceadas representaría mejor la reacción de hidrólisis?

- i) $2 \text{SbCl}_3 (\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Sb}_2\text{O}_3 (\text{s}) + 6 \text{HCl} (\text{ac})$
- ii) $\text{SbCl}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{SbOCl} (\text{s}) + 2 \text{HCl} (\text{ac})$
- iii) $4 \text{SbCl}_3 (\text{s}) + 5 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2 (\text{s}) + 10 \text{HCl} (\text{ac})$
- iv) $2 \text{SbCl}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Sb}_2\text{OCl}_4 (\text{s}) + 2 \text{HCl} (\text{ac})$
- v) $\text{SbCl}_3 (\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Sb}(\text{OH})_3 (\text{s}) + 3 \text{HCl} (\text{ac})$

R.: reacción iii).

Ejercicio 32. Una muestra de 1,0000 g de permanganato de potasio se descompuso completamente por calentamiento, produciendo 99,20 mL de oxígeno recolectado en agua a 22°C y a una presión total de 1,0066 bar. A 22°C la presión de vapor del agua es de 20 torr.

Considera las ecuaciones químicas siguientes (*no balanceadas*):

- i) $\text{KMnO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 (\text{s}) + \text{MnO}_2 (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g})$
- ii) $\text{KMnO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_3 (\text{s}) + \text{MnO} (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g})$
- iii) $\text{KMnO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 (\text{s}) + \text{Mn}_3\text{O}_4 (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g})$
- iv) $\text{KMnO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 (\text{s}) + \text{MnO}_3 (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g})$
- v) $\text{KMnO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{K}_3\text{MnO}_4 (\text{s}) + \text{Mn}_3\text{O}_4 (\text{s}) + \text{O}_2 (\text{g})$

a) Balancea las ecuaciones químicas anteriores.



b) Indica cuál de esas ecuaciones se ajusta mejor a los datos provistos de la reacción de descomposición.

R.: b) reacción iii).

Ejercicio 33. Una mezcla de propano (C_3H_8)–butano (C_4H_{10}) tiene una densidad de $2,33 \text{ g L}^{-1}$ a $24,0^\circ\text{C}$ y 102 kPa . La mezcla fue completamente oxidada (dando como productos agua y CO_2) con aire ozonizado en el cual el 48,0% (en masa) del oxígeno estaba bajo la forma de ozono (O_3).

- Calcula el porcentaje en volumen de propano y butano en la mezcla inicial de estos gases.
- Supón que el aire es 20,9% oxígeno y 79,1% nitrógeno en volumen y calcula el porcentaje en masa de ozono en el aire utilizado para la combustión de la mezcla propano-butano.
- ¿Qué volumen de aire ozonizado se requiere para la combustión completa de $1,50 \text{ m}^3$ de la mezcla propano-butano, en condiciones estándar de presión y temperatura?
- Calcula el porcentaje en volumen de todos los componentes de la mezcla gaseosa formada como resultado de la combustión.

R.: a) 12,0% de propano y 88,0% de butano (en volumen); b) 11,1% de ozono (en masa); c) $43,8 \text{ m}^3$ de aire ozonizado; d) N_2 : 73,2%, CO_2 : 11,9% y H_2O : 14,9%.

Ejercicio 34. Un laboratorio dedicado al estudio de los efectos de los productos químicos en el cuerpo humano, ha establecido que no se puede sobrepasar la concentración de 10 ppm (V/V) de HCN en el aire durante 8 horas seguidas si se quieren evitar riesgos para la salud. Sabiendo que una dosis letal de HCN en el aire es de 300 mg/kg de aire a temperatura ambiente,

- ¿a cuántos mg HCN/kg de aire equivalen las 10 ppm?
- ¿a qué fracción porcentual de la dosis letal corresponden los 10 ppm?

Datos: $M(\text{aire})=29,0$; $M(\text{HCN})=27,0$

R.: (a) 9,31 mg/kg; (b) 3,1%.

Ejercicio 35. A diferencia del agua, que reacciona violentamente con los metales alcalinos, el amoníaco líquido se combina con ellos formando disoluciones de intenso color azul. Supongamos que tenemos 1707 g de una disolución de sodio en amoníaco líquido, siendo la fracción molar del metal 0,0937. ¿Qué masa de amoníaco deberíamos evaporar si necesitáramos que la fracción molar aumente a 0,1325?

R.: 490 g de NH_3 .

Ejercicio 36. Explica los siguientes hechos en base a los conceptos de ósmosis o presión osmótica: i) Cuando espolvoreas con azúcar a unos gajos de naranja (por ejemplo), al tiempo notarás que alrededor se ha formado jugo; ii) Salar la carne antes de cocinarla hace que tienda a secarse; iii) En árboles y plantas en general, el agua es transportada desde el suelo hasta las ramas y hojas; iv) Una forma efectiva de matar un caracol o una babosa es espolvorearlos con sal (aunque no quisiéramos que lo compruebes, por consideración a estos animalitos!); v) Beber agua salada deshidrata nuestros tejidos; vi) Si separas los glóbulos rojos del plasma sanguíneo y los suspendes en agua pura, estallan (fenómeno conocido como *hemólisis*). Si la suspensión se lleva a cabo en una solución acuosa diluida de NaCl (llamada solución fisiológica), mantienen su integridad durante un tiempo.

Ejercicio 37. Una fábrica tiene dispuesto al aire libre un depósito que contiene 500,0 L de agua. Debido a que con la llegada del invierno la temperatura ambiente puede alcanzar los $-10,0^\circ\text{C}$, se ha pensado añadir etanol (C_2H_5OH , $\rho=0,789 \text{ g mL}^{-1}$) al agua del depósito con el fin de impedir su congelación. ¿Qué volumen mínimo de etanol debe añadirse para lograr ese propósito?

Datos: $K_f(H_2O) = 1,86 \text{ }^\circ\text{C molal}^{-1}$; $M_r(\text{etanol}) = 46,0$

R.: al menos 157 L de etanol.

Ejercicio 38. El fenol (C_6H_6O) disuelto en bromoformo ($CHBr_3$) está parcialmente asociado en forma de moléculas dímeras. Una solución de 25,8 g de fenol en 100 g de bromoformo solidifica a $2,374 \text{ K}$ por debajo del punto de fusión del bromoformo puro. ¿Qué proporción, expresada en porcentaje en peso, de moléculas dímeras contiene la solución dada?

Datos: $M(\text{fenol}) = 94,0$; $K_f(CHBr_3) = 1,413 \text{ }^\circ\text{C molal}^{-1}$

R.: 77,4%

Ejercicio 39. (a) De acuerdo con la Ley de Raoult, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?: i) La presión de vapor de un solvente sobre una solución disminuye con el aumento de su fracción molar; ii) La solubilidad de un gas aumenta con el descenso de la temperatura; iii) La presión de vapor de un solvente sobre una solución es menor a la del solvente puro; iv) A mayor presión de un gas sobre una solución, mayor será su solubilidad.

(b) Se disuelve KCl (s) en agua a 25°C y el soluto se disocia completamente. Si la presión de vapor del agua pura a dicha temperatura es 23,8 Torr, estima la masa de KCl que deberás agregar a 1 L de agua para disminuir su presión de vapor un 5%.

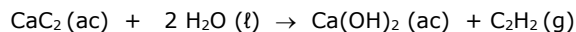
Ejercicio 40. La solubilidad del oxígeno en el agua de un lago está afectada por la altitud a la que se encuentre ubicado éste. Si la solubilidad del oxígeno del aire es $2,67 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ a nivel del mar y 25°C , ¿cuál será su solubilidad a 4000 m de altura, donde la presión atmosférica es de 0,657 atm? Considera que



la temperatura es siempre de 25°C y que la fracción molar de oxígeno en el aire es 0,209 tanto a nivel del mar como a 4000 m de altitud.

R.: $1,75 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

Ejercicio 41. Una muestra de 5,00 g que contiene carburo de calcio (CaC_2) se disuelve en agua dentro de un recipiente rígido cerrado previamente evacuado, produciéndose gas acetileno (etino, C_2H_2), según se representa en la siguiente ecuación:



El volumen del recipiente era de 250 mL y considerando despreciable el volumen ocupado por los reactivos y productos, ¿cuál era el porcentaje de carburo de calcio en la muestra si la presión final dentro del recipiente era de 762 Torr a 25°C?

Dato: La presión de vapor del agua a 25°C es 23,8 Torr.

R.: 12,7%

Ejercicio 42. Un reactor contiene oxígeno a una temperatura dada y 770 Torr. Se hace pasar a través del mismo radiación UV de 240 nm con lo que se produce ozono. Si después del paso de la radiación la presión resulta ser de 730 Torr, ¿qué porcentaje en peso y qué porcentaje en volumen de ozono se ha formado?

R.: 16,0% en peso y 11,3% en volumen.

Ejercicio 43. Cierta masa de aire saturado de humedad ocupa 4 L a 50°C y 5 atm de presión. Dicha masa se expande sobre agua hasta ocupar un volumen de 20 L, manteniendo la temperatura constante.

Calcula:

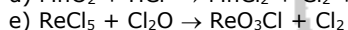
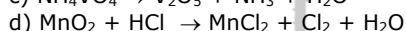
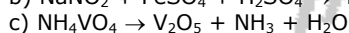
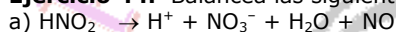
(a) la presión total final de la masa gaseosa.

(b) la masa de agua que debe evaporarse a fin de mantener el aire saturado de humedad.

Datos: Presión de vapor de H_2O a 50°C = 92,51 Torr

R.: (a) 834 Torr; (b) 1,32 g

Ejercicio 44. Balancea las siguientes ecuaciones.



R: a) $3 \text{HNO}_2 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}$; b) $2 \text{NaNO}_2 + 2 \text{FeSO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{Fe}^{2+} + 2 \text{Na}^+ + 4 \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO} + 2 \text{H}^+$; c) $2 \text{NH}_4\text{VO}_3 \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5 + 2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$; d) $\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$; e) $\text{ReCl}_5 + 3 \text{Cl}_2\text{O} \rightarrow \text{ReO}_3\text{Cl} + 5 \text{Cl}_2$

Ejercicio 45. Durante un proceso industrial de producción de ácido clorhídrico 1,000 M se cometió un error que resultó en la producción de un ácido sólo 0,937 M. Calcula el volumen de HCl 39,0% m/m y densidad $1,16 \text{ g mL}^{-1}$ que hay que añadir a 1000 L de solución 0,937 M para que resulte exactamente 1,000 M. Supón que los volúmenes son aditivos.

R.: deben añadirse 5,52 L de HCl (c).

Ejercicio 46. El etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, es un alcohol que se ha venido produciendo desde tiempos remotos mediante la fermentación de azúcares, llegando a alcanzarse de esta manera una solución acuosa de etanol cuya concentración es de 14% en peso. El etanol que se produce con fines comerciales debe tener una concentración más elevada por lo que en las plantas industriales se destilan tales soluciones acuosas. Calcula la concentración expresada en % m/m con la que llega a cierta planta de destilación una partida de etanol si una muestra acuosa del mismo hierve a 374,15 K.

Datos: $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,51 \text{ }^\circ\text{C molal}^{-1}$.

R.: 8,0 % en peso.

Ejercicio 47. Un químico introduce 200,0 g de ácido acético ($M_r = 60$) en un recipiente con aire y observa que al cabo de cierto tiempo se han evaporado 2,5 g, lográndose de esta manera la saturación del aire con vapor de ácido acético. En otro recipiente idéntico al anterior y a la misma temperatura se introducen otros 200,0 g de ácido acético, adicionándole esta vez 25,0 g de un soluto no volátil. Pasado un tiempo el químico observa que esta segunda vez se han evaporado 2,1 g de ácido. Con esta información, determina la masa molar relativa del soluto.

R.: $M_r(\text{solute}) = 39,4$

Ejercicio 48. El ácido esteárico ($\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$) y el ácido palmítico ($\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$) son ácidos grasos comunes. El ácido esteárico comercial suele estar impurificado con ácido palmítico. Una muestra de 1,115 g de un ácido esteárico comercial se disolvió en 50,00 mL de benceno ($\rho = 0,879 \text{ g mL}^{-1}$). El punto de congelación de la



solución resultó ser de 5,072°C. El punto de congelación del benceno puro es 5,533°C y su $K_f = 5,12^\circ\text{C molal}^{-1}$. ¿Cuál es el porcentaje en masa de ácido palmítico en la muestra comercial de ácido esteárico?

R.: ~ 10% de ácido esteárico.

Ejercicio 49. A 25°C y bajo una presión de $\text{O}_2(\text{g})$ de 1 atm, la solubilidad del $\text{O}_2(\text{g})$ en agua es de 28,31 mL / 1,00 L de H_2O . Bajo una presión de $\text{N}_2(\text{g})$ de 1 atm, la solubilidad del $\text{N}_2(\text{g})$ en agua a 25°C es de 14,34 mL / 1,00 L de H_2O . La proporción de estos gases en la atmósfera es de 78,08% de N_2 y 20,95% de O_2 , en volumen. ¿Cuál es la composición del aire disuelto en agua a 25°C, expresado como porcentajes en volumen de N_2 y O_2 ?

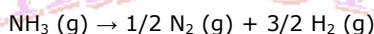
R.: 34,62% O_2 .

Ejercicio 50. En una botella de 10 L previamente evacuada se mezclan 10 g de hidrógeno con 64 g de oxígeno y después de cerrada se calienta a 300°C. (a) Calcula la presión total de la mezcla a dicha temperatura.

Si se hace saltar una chispa dentro de la mezcla para iniciar la reacción de formación de agua, (b) calcula la presión final dentro de la botella a 300°C.

R.: (a) 32,89 atm; (b) 23,49 atm.

Ejercicio 51. Un volumen de 2,0 L de amoníaco, medidos a 27°C y 1 atm de presión, se calentaron a 300°C. El sistema alcanzó una presión final de 5 atm, verificándose entonces que el 80% de los moles de amoníaco se disociaron según la reacción:



¿Cuál es el volumen final ocupado por la mezcla gaseosa?

R.: 1,38 L.

Ejercicio 52. Balancea las siguientes ecuaciones por el método del ion-electrón. A menos que se indique lo contrario, las especies están en solución acuosa.

(I) reacciones que no tienen lugar en solución acuosa:

- (a) $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{NO}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- (b) $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{S}_8(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- (c) $\text{Cl}_2\text{O}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(II) reacciones que tienen lugar en medio ácido:

- (a) $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ + \text{P}_4(\text{s}) + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{NO}(\text{g})$
- (b) $\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
- (c) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HS}^- + \text{HSO}_3^-$

(III) reacciones que tienen lugar en medio básico:

- (a) $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
- (b) $\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- + \text{P}_4(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{PH}_3(\text{g})$
- (c) $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{AsO}_4^{3-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

Ejercicio 53. En un laboratorio se recibió el encargo de preparar 7,00 L de una solución acuosa que sea 2,00 mol/L en HCl y 6,00 mol/L en NaCl. Se dispone de dos soluciones: una de HCl 40 %m/m ($\rho = 1,13 \text{ g/mL}$) y otra de NaOH 37,2 %m/m ($\rho = 1,42 \text{ g/mL}$). ¿Qué volúmenes deben tomarse de cada una de ellas? Supón que los volúmenes son aditivos.

R.: $4,52 \times 10^3 \text{ mL}$ de HCl y $3,18 \times 10^3 \text{ mL}$ de NaOH.

Ejercicio 54. A efectos de probar la posible disociación de dos sales mercuricas, nitrato y cloruro respectivamente, se prepara una experiencia de crioscopia con los siguientes resultados: para el nitrato se disuelven 32,4 g de $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ por cada 1000 g de agua, obteniéndose un punto de congelación de 0,56 °C, y para el cloruro se disuelven 189,7 g de HgCl_2 en la misma cantidad de agua alcanzándose un punto de congelación de 1,30 °C. ¿Cuál de las dos sales está disociada?

Datos: $k_f = 1,86 \text{ }^\circ\text{C kg mol}^{-1}$.

R.: se disocia el $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ (al 100 %).

Ejercicio 55. El etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, es un líquido soluble en agua que congela a $-114,3 \text{ }^\circ\text{C}$, razón por la cual es útil su uso como anticongelante en radiadores. Supón que dispones de un automóvil cuyo radiador tiene 3,00 L de agua y añades al mismo 150 g de etanol al 95 %m/m. ¿Se congelará el agua del radiador si la temperatura exterior alcanza $-3 \text{ }^\circ\text{C}$?

R.: Sí; el agua congelará a $-1,92 \text{ }^\circ\text{C}$.



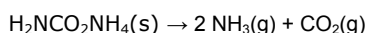
Ejercicio 56. Un laboratorio universitario recibe el encargo de identificar un hidrocarburo no volátil, que se sabe contiene un 6,24 % de hidrógeno. Para realizar tal identificación se disuelven 6,79 g del hidrocarburo en 150 g de benceno, C_6H_6 , y se mide la presión de vapor de la solución resultando ser de 72 Torr. Sabiendo que la presión de vapor del solvente puro es de 74 Torr, determina la fórmula del hidrocarburo.

R.: $C_{10}H_8$.

Ejercicio 57. Una mezcla de heptano y octano [$x(C_7H_{16}) = 0,60$], se somete a destilación cerrada a temperatura constante de 105 °C y presión constante de 0,933 bar. Determina la composición del líquido y del vapor en el equilibrio. *Datos:* las presiones de vapor de los solventes puros a 105 °C son las siguientes: heptano 1,220 bar y octano 0,556 bar.

R.: fase líquida, $x(C_7H_{16}) = 0,57$; fase vapor $x(C_7H_{16}) = 0,74$.

Ejercicio 58. El carbamato de amonio ($H_2NCO_2NH_4$) se descompone a 59 °C según la reacción representada por la ecuación química siguiente:



Esta sustancia es utilizada en la industria química, por ejemplo, cuando algún proceso requiere la producción de cantidades pequeñas y controladas de amoníaco. Calcula el grado de disociación si los productos de reacción de 5,00 g del carbamato ocupan un volumen de 7,66 L a 0,987 bar y 200 °C.

R.: 100 %.

Ejercicio 59. A 1000 °C, el vapor de yodo molecular está disociado en un 20 %. En una experiencia se introducen 0,250 g de yodo molecular a 1000 °C en un reactor de 200 mL. ¿Cuál es la presión final en el reactor?

R.: 0,625 bar.

Ejercicio 60. Balancea las siguientes ecuaciones por el método del ion-electrón. A menos que se indique lo contrario, las especies están en solución acuosa.

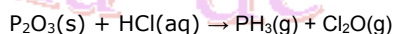
(I) reacciones que tienen lugar en medio ácido:

- (a) $H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + H_2O$
- (b) $Cu(s) + HNO_3 \rightarrow Cu^{2+} + NO(g) + H_2O$
- (c) $S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$
- (d) $Cr_2O_7^{2-} + C_2O_4^{2-} \rightarrow Cr^{3+} + CO_2(g)$
- (e) $ClO_3^- + Cl^- \rightarrow Cl_2(g) + ClO_2(g)$

(II) reacciones que tienen lugar en medio básico:

- (a) $CN^- + MnO_4^- \rightarrow CNO^- + MnO_2(s)$
- (b) $Br_2 \rightarrow BrO_3^- + Br^-$
- (c) $Mn^{2+} + H_2O_2 \rightarrow MnO_2(s) + H_2O$
- (d) $Bi(OH)_3(s) + SnO_2^{2-} \rightarrow SnO_3^{2-} + Bi(s)$

Ejercicio 61. Reaccionaron 12,0 g de P_2O_3 (90,0 % de pureza) con 125 cm³ de HCl(aq) 0,400 mol/dm³ según la ecuación siguiente *no* balanceada:



El rendimiento fue del 88,0 % y los gases recogidos a 227 °C en un recipiente rígido ejercieron una presión de 2,78 atm.

- (a) Balancea la ecuación química.
- (b) Calcula el volumen del recipiente y la presión parcial del Cl_2O .
- (c) Si el rendimiento fuera del 100 %, ¿qué reactivo quedaría sin reaccionar completamente y cuál sería la masa no reaccionada del mismo?

R.: (a) $P_2O_3(s) + 6 HCl(aq) \rightarrow 2 PH_3(g) + 3 Cl_2O(g)$. (b) 3,24 dm³; 1,67 atm. (c) P_2O_3 ; 10,1 g.

Ejercicio 62. Una muestra de 0,361 g de pentano, $C_5H_{12}(g)$, se introdujo en un recipiente de 4,00 L con exceso de $O_2(g)$. La mezcla se hizo reaccionar, resultando una combustión completa.

- (a) ¿Cuáles serán las presiones parciales de $CO_2(g)$ y $H_2O(g)$ en el recipiente si la temperatura final fue de 300 °C?
- (b) Si la presión final fue de 2,00 atm, ¿cuál era la masa inicial de oxígeno?

R.: (a) $p(CO_2) = 0,29$ atm; $p(H_2O) = 0,35$ atm. (b) 4,98 g.



Ejercicio 63. ¿A qué temperatura tendría una solución acuosa 1,00 mol/L de sacarosa una presión osmótica de 1,00 atm? ¿Es razonable la respuesta?

R.: 12,2 K.

Ejercicio 64. Cuando 0,154 g de azufre finamente dividido se funden con 4,38 g de alcanfor ($k_f = 40 \text{ K kg mol}^{-1}$), el punto de congelación de este último desciende 5,47 °C. ¿Cuál es la fórmula molecular del azufre, en base a esta medida crioscópica? ($k_f = 40 \text{ K kg mol}^{-1}$)

R.: S₈.

Ejercicio 65. Supón que ponemos algunos microorganismos unicelulares en varias soluciones acuosas de cloruro de sodio. Observamos que las células se mantienen sin perturbar en NaCl 0,7 % en masa, mientras que se encogen en soluciones más concentradas y se expanden en soluciones más diluidas. Suponiendo además que el NaCl se comporta como un electrolito *ideal* 1:1, calcula la presión osmótica del fluido acuoso dentro de las células a 25 °C.

Ejercicio 66. A 0 °C y una presión de O₂ de 1,00 atm, la solubilidad del O₂ en agua es 48,9 mL de O₂ por litro. ¿Cuál es la concentración del O₂ (mol/L) en una solución acuosa saturada cuando el O₂ está sometido a su presión parcial normal en aire (0,2095 atm)?

R.: $4,57 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.

Ejercicio 67. Se preparan cuatro soluciones acuosas de propanona, CH₃COCH₃, con concentraciones distintas: (i) 0,100 % en masa; (ii) 0,100 mol/L; (iii) 0,100 mol/(kg H₂O); (iv) $x(\text{CH}_3\text{COCH}_3) = 0,100$.

(a) Estima la presión parcial más alta de H₂O a 25 °C que se encuentra en el vapor en equilibrio con estas soluciones.

(b) Indica en cuál de las soluciones el agua tendrá su punto de congelación más bajo, y estima su valor.

R.: (a) corresponde a (i), $p(\text{H}_2\text{O}) \approx 23,8 \text{ Torr}$. (b) (iv), $\sim -11,5 \text{ °C}$.

Ejercicio 68. Balancear las ecuaciones siguientes.

- (a) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgO} + \text{Fe}$
- (b) $\text{FeCl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + \text{KCl}$
- (c) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- (d) $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$
- (e) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HNO}_3$
- (f) $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HBr} + \text{HBrO}$
- (g) $\text{AlCl}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{Al}(\text{NO}_3)_3$

Ejercicio 69. La combustión completa es la reacción de una sustancia combustible con oxígeno, por la cual se obtienen dióxido de carbono y agua como productos. Si la reacción es incompleta también se puede generar cierta cantidad de monóxido de carbono. Después de realizada una combustión, los gases producidos (sin el agua) se recogen en un recipiente de 10,0 dm³ a 80,0 °C, encontrándose 1,00 g de CO(g) y 19,6 g de CO₂(g).

(a) ¿Cuál es la presión que ejerce esta mezcla de CO(g) y de CO₂(g) en el recipiente?

(b) Calcular la variación de la presión parcial del CO(g) si la temperatura final de la mezcla se disminuye hasta a 15,0 °C.

(c) ¿Cuál es la fracción molar del CO₂(g)?

R.: (a) 1,39 atm; (b) $\Delta P(\text{CO}) = -0,0190 \text{ atm}$; (c) 0,926.

Ejercicio 70. Las presiones osmóticas de las soluciones A y B son 2,4 atm y 4,6 atm, respectivamente. ¿Cuál será la presión osmótica de la solución resultante de mezclar volúmenes iguales de A y B a la misma temperatura?

R.: 3,5 atm.

Ejercicio 71. Cuando se agregan 3 g de una sustancia X a 100 g de CCl₄ ($k_b=5,03 \text{ K kg mol}^{-1}$ y $k_f=31,8 \text{ K kg mol}^{-1}$; $\rho = 1,59 \text{ g/mL}$), el punto de ebullición del solvente aumenta en 0,60 °C. Calcular: (a) la disminución de la temperatura de fusión del solvente; (b) la disminución relativa de su presión de vapor; (c) la presión osmótica de la solución a 25 °C; (d) la masa molecular de la sustancia X.

R.: (a) 3,793 °C; (b) 0,018; (c) 462,2 kPa; (d) 246,5 u.

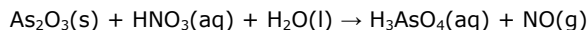
Ejercicio 72. El fenol (C₆H₆O) está parcialmente asociado en forma de moléculas dimeras cuando está disuelto en bromoformo (CHBr₃). Una solución de 25,8 g de fenol en 100 g de bromoformo solidifica a 2,374 K por debajo del punto de fusión del bromoformo puro. ¿Qué porcentaje de la masa del fenol disuelto forma



parte de moléculas dimeras en la solución dada? Datos: $M(\text{fenol}) = 94,0 \text{ g/mol}$; $k_f(\text{CHBr}_3) = 1,413 \text{ }^\circ\text{C kg mol}^{-1}$.

R.: 77,6 %.

Ejercicio 73. Se hacen reaccionar 220 g de As_2O_3 (90,0 % de pureza) con $25,4 \text{ dm}^3$ de solución de HNO_3 . El agua se encuentra en exceso. La reacción ocurre con un rendimiento del 85,0% y puede representarse según la ecuación no balanceada siguiente:



El gas obtenido se recoge en un recipiente de $35,0 \text{ dm}^3$ a 316 K y 608 Torr.

- (a) Calcular la concentración de la solución de HNO_3 .
(b) Si se cambiara la solución de HNO_3 por igual volumen de otra de menor pH sin modificar las demás condiciones, indicar si el volumen de gas obtenido será mayor, menor o igual.
(c) Escribir la especie oxidada del agente reductor y la reducida del agente oxidante.
(d) Dibujar la estructura de Lewis del H_3AsO_4 e indicar la geometría del ión arseniato.

R.: (a) 0,0501 mol/L ; (b) mayor ; (c) AsO_4^{3-} ; NO.

Ejercicio 74. Las soluciones concentradas de ácido nítrico se comportan como fuertes oxidantes. Dependiendo de la especie que se oxide, el ácido nítrico genera diferentes productos de reducción. De ese modo:

- Cuando se colocan granallas de Zn en ácido nítrico se genera amoníaco.
 - Cuando se coloca una chapa de Cu en ácido nítrico se genera NO_2 .
- a- Encuentre alguna explicación para que el tratamiento de las soluciones de ácido nítrico con los diferentes metales conlleve a la formación de diferentes gases.
b- ¿Qué presión de NO_2 se alcanzará en un balón de 1000 mL previamente evacuado y a 298,15 K, por tratamiento de una chapa de 0,2 grs de Cu de 90% de pureza con ácido nítrico? Suponga un rendimiento de la reacción del 100%.
c- ¿Espera usted poder recolectar el amoníaco generado por oxidación de granallas de Zn de la misma manera que lo puede hacer con el tratamiento de una chapa de cobre? Justifique.

Ejercicio 75. Se tiene una mezcla gaseosa de A y B, ambas constituidas por carbono e hidrógeno, en cada una de las cuales los porcentajes en masa de carbono son 85,71% y 92,31% respectivamente. Si se conoce que el 20% de la mezcla pertenece a la sustancia A y que la combustión con exceso de oxígeno de cierto volumen de esta mezcla libera 175 mL de dióxido de carbono en condiciones estándar:

- (a) Determine qué volumen de la mezcla reaccionó, a 25 °C y 1 atm de presión.
(b) Determine el porcentaje en masa de B en la mezcla.

Datos: $V_{\text{molar}} = 24,8 \text{ L/mol}$; Las densidades de A y B respecto a H_2 son 21 y 13 respectivamente; en la combustión completa los hidrocarburos liberan CO_2 y H_2O .

R. = (a) 81 mL ; (b) 71,23%

Ejercicio 76. 5 grs de una muestra constituida por CaCO_3 , CaO y MgO se calienta a la temperatura necesaria para que se libere todo el CO_2 posible, el cual ocupó un volumen de 612 mL a 100°C y 1 atm. El residuo sólido obtenido se disolvió completamente en 30 gr de solución de HCl 40,87% p/p, consumiendo la mitad del ácido que estaba presente. Determine el %p/p de cada componente en la muestra original.

R. = 40% CaCO_3 , 28,64% MgO , 31,36% CaO

Ejercicio 77. El CaCl_2 se disocia en agua dando iones Cl^- y Ca^{2+} . Considerando que la sal se encuentra totalmente disociada en agua, calcule para una solución 0,55 m de CaCl_2 en agua:

- (a) La presión de vapor de la solución a 25°C
(b) El ascenso ebulloscópico.
(c) El descenso crioscópico.
(d) La presión osmótica a 25°C.

Datos: La presión de vapor de agua a esa temperatura es 23,76 Torr.

$k_c = 1,86 \text{ K.Kg/mol}$; $k_e = 0,51 \text{ K.Kg/mol}$; $\delta_{\text{soln}} (25^\circ\text{C}) = 1,02 \text{ gr/mL}$

R. = (a) 23,7 Torr ; (b) 0,825°C ; (c) 3,01°C ; (d) 39,5 atm.

Ejercicio 78. El proceso de ósmosis inversa permite preparar agua pura a partir de agua salada (por ejemplo agua de mar). Para ello, es necesario aplicar a la solución salina una presión superior a su presión osmótica. De esta forma, el solvente es forzado a fluir desde la solución al compartimento del solvente puro.



Teniendo en cuenta que la composición promedio del agua de mar es $[Cl^-]=0,546M$; $[Mg^{2+}]=0,053M$; $[SO_4^{2-}]=0,028M$; $[Ca^{2+}]=0,010M$; $[K^+]=0,010M$; $[Na^+]=0,466M$ y que la temperatura de trabajo es $25^\circ C$, determine cuál es la presión mínima que debe aplicarse a una muestra de agua de mar confinada en una membrana permeable al agua, para que pueda producirse el fenómeno de ósmosis inversa.

R. = 27,200 atm.

Ejercicio 79. Se prepararon distintas mezclas de clorobenceno (C_6H_5Cl) (1) y bromobenceno (C_6H_5Br) (2), y se determinó la presión total de equilibrio, p , de las mismas a $155^\circ C$, obteniéndose:

x_1	0,21	0,24	0,41	0,62	0,83
p (Torr)	1215,5	1197,2	1094,0	966,3	839,0
p_1					
p_2					
y_1					

(a) Sabiendo que la presión de vapor de (1) es 1343 Torr y la de (2) 735,5 Torr (ambas medidas a $155^\circ C$), discuta si estos dos líquidos cumplen con la ley de Raoult. ¿Hubiera esperado este comportamiento en base a la naturaleza de los componentes de la solución? Teniendo en cuenta su respuesta, complete el cuadro anterior.

(b) Represente en un mismo gráfico:

- i. p_1 , p_2 y p en ordenadas, vs composición del líquido (x_1).
- ii. Idem vs composición del vapor (y_1)

Ejercicio 80. La solubilidad del N_2 puro en sangre a $37^\circ C$ y 1,0 atm es $6,2 \times 10^{-4} M$. Cuando un buzo baja a una profundidad de 26 metros, la presión que experimenta es aproximadamente 3,5 atm. Si el tanque que lleva para la respiración contiene aire (78% de N_2), ¿Cuál será la concentración de N_2 disuelto en su sangre? ¿Qué pasará cuando suba a la superficie? Explique el motivo por el cual el gas que respiran los buzos es una mezcla de O_2 y He en lugar de aire.

R. = $[N_2] = 1,69 \times 10^{-3} M$

Ejercicio 81. Se prepararon distintas mezclas de clorobenceno (C_6H_5Cl) (1) y bromobenceno (C_6H_5Br) (2), y se determinó la presión total de equilibrio, p , de las mismas a $155^\circ C$, obteniéndose:

x_1	0,21	0,24	0,41	0,62	0,83
p (Torr)	1215,5	1197,2	1094,0	966,3	839,0
p_1					
p_2					
y_1					

(c) Sabiendo que la presión de vapor de (1) es 1343 Torr y la de (2) 735,5 Torr (ambas medidas a $155^\circ C$), discuta si estos dos líquidos cumplen con la ley de Raoult. ¿Hubiera esperado este comportamiento en base a la naturaleza de los componentes de la solución? Teniendo en cuenta su respuesta, complete el cuadro anterior.

(d) Represente en un mismo gráfico:

- i. p_1 , p_2 y p en ordenadas, vs composición del líquido (x_1).
- ii. Idem vs composición del vapor (y_1)

Ejercicio 82. La solubilidad del N_2 puro en sangre a $37^\circ C$ y 1,0 atm es $6,2 \times 10^{-4} M$. Cuando un buzo baja a una profundidad de 26 metros, la presión que experimenta es aproximadamente 3,5 atm. Si el tanque que lleva para la respiración contiene aire (78% de N_2), ¿Cuál será la concentración de N_2 disuelto en su sangre? ¿Qué pasará cuando suba a la superficie? Explique el motivo por el cual el gas que respiran los buzos es una mezcla de O_2 y He en lugar de aire.

R.: $[N_2] = 1,69 \times 10^{-3} M$

Ejercicio 83. La presión de vapor de una solución acuosa de urea es 22,98 Torr a $25^\circ C$.

- (a) Calcule la concentración molar de la solución. Si realiza alguna aproximación, justifíquela.
- (b) Las soluciones acuosas de urea suelen presentar desviaciones negativas a la ley de Raoult. Explique.
- (c) Calcule la temperatura de ebullición de esta solución.

Datos: $p^*(H_2O, 25^\circ C) = 23,76$ Torr ; $K_{eb}(H_2O) = 0,52$ $^\circ C \cdot kg \cdot mol^{-1}$

R: (a) 1,8 M ; (c) $100,95^\circ C$



Ejercicio 84. El principal responsable del fenómeno de lluvia ácida es el dióxido de azufre, SO_2 . Una forma de cuantificar la cantidad de este gas disuelto en agua de lluvia, es titularlo con una solución de permanganato de potasio (este método de titulación se conoce con el nombre de permanganimetría), según la siguiente ecuación (no balanceada):



- (a) Explica valiéndote de ecuaciones químicas que el SO_2 acidifique el agua de lluvia.
- (b) Balancea la ecuación correspondiente a la titulación permanganométrica.
- (c) Una muestra de aire requiere 3,685 mL de una solución $1,6 \times 10^{-2}$ M de KMnO_4 para ser titulada. Determina la cantidad de SO_2 en la misma.
- (d) Calcula el pH de la solución resultante cuando se alcanzó el punto final de la titulación (considere que el ácido sulfúrico se comporta como un ácido diprótico fuerte).

R: (c) $1,47 \times 10^{-4}$ moles SO_2 ; (d) pH = 1,49.

Ejercicio 85. Explica los siguientes hechos experimentales:

- (a) Beber agua salada deshidrata nuestros tejidos.
- (b) Si separas los glóbulos rojos sanguíneos del plasma y los suspendes en agua pura, estallan (hemólisis).
- (c) Las mezclas de acetona y agua presentan desviaciones negativas a la Ley de Raoult.
- (d) Las mezclas de cloroformo y agua presentan desviaciones positivas a la Ley de Raoult.
- (e) Un químico introduce 200 grs de ácido acético en un recipiente cerrado con aire, y al cabo de un tiempo se evaporan 2,5 grs del mismo. Si se introducen 100 grs de ácido en un experimento análogo, se evapora la misma cantidad que en el experimento anterior.
- (f) La presión osmótica generada por una solución de NaCl es diferente a la generada por una solución de urea de la misma concentración.

Ejercicio 86.

- (a) Calcula la concentración de CO_2 en una bebida "gaseosa" que se ha embotellado con una presión parcial de 4,0 atm a 25°C . La constante de Henry para el CO_2 en agua a esa temperatura es $1,79 \times 10^3$ atm.
- (b) Calcula la concentración de CO_2 en una "gaseosa" que se deja equilibrar con la presión ambiente, sabiendo que la presión parcial de CO_2 en el aire es 3×10^{-4} atm a 25°C .

Expresa en ambos casos la concentración en fracción molar y en $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Dato: densidad del agua: $1 \text{ gr} \cdot \text{ml}^{-1}$

R: (a) $2,23 \times 10^{-4}$, 0,12M ; (b) $1,66 \times 10^{-7}$, $9,3 \times 10^{-6}$ M.

Ejercicio 87. Se prepara una serie de soluciones a 20°C , usando 180 gr de agua como solvente y 10 gr de un soluto no volátil.

- (a) ¿Cuál será el descenso relativo de la presión de vapor si el soluto es:
 - i- Sacarosa (masa molar: $342 \text{ gr} \cdot \text{mol}^{-1}$)?
 - ii- Glicerina (masa molar: $80 \text{ gr} \cdot \text{mol}^{-1}$)?
 - iii- Dextrina (masa molar: $1091 \text{ gr} \cdot \text{mol}^{-1}$)?
- (b) ¿Qué aplicación tiene esta propiedad? ¿Cómo podrías medirla en el laboratorio?

R: (a) i- $2,92 \times 10^{-3}$; (a) ii- 0,0111 ; (a) iii- $9,16 \times 10^{-4}$

Ejercicio 88. Calcula la presión ejercida por 2,5 moles de CH_4 a 0°C contenidos en un recipiente de 439 cm^3 :

- (a) Empleando la ecuación de gases ideales.
- (b) Empleando la ecuación de Van der Waals ($a = 2,253 \text{ dm}^6 \cdot \text{bar} \cdot \text{mol}^{-2}$; $b = 0,04278 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$).

Sabiendo que la presión medida experimentalmente en estas condiciones es 100 bar, comenta los resultados obtenidos.



- (c) Repite el cálculo para el caso de tener la misma cantidad de gas a 0°C pero en un recipiente de 40 dm³. Discute los resultados obtenidos en base a la desviación de la idealidad.

Ecuación de Van der Waals:

$$\left(p + \frac{a}{\bar{V}^2}\right)(\bar{V} - b) = RT$$

R: (a) 127,6 atm ; (b) 96,3 atm; (c) 1,39 atm

Ejercicio 89. El CaCl₂ se disocia completamente en agua, dando iones Ca²⁺ y Cl⁻. Para una solución 0,55 molal de CaCl₂ en agua, calcula:

- (a) la presión de vapor de la solución a 25°C.
- (b) el ascenso ebulloscópico
- (c) el descenso crioscópico
- (d) la presión osmótica a 25°C.

Datos: la presión de vapor de agua a esa temperatura es 23,76 mm Hg. $k_c=1,86$ K.kg/mol ; $k_e=0,51$ K.kg/mol ; $\delta(\text{solución}) = 1,02$ g/mL.

R: (a) 23,07 Torr ; (b) 0,825 °C ; (c) 3,01°C ; (d) 39,5 atm

Ejercicio 90. Calcula el volumen molar del CO a 200 K y 1000 bar usando la ecuación de van der Waals. Compara el resultado con el obtenido con el modelo del gas ideal y con el valor experimental, que es 0.04009 L.mol⁻¹. ¿Encuentras diferencias al emplear las diferentes ecuaciones de estado?

$$\left(p + \frac{a}{\bar{V}^2}\right)(\bar{V} - b) = RT$$

Datos: a (CO) = 1,472 bar.L².mol⁻²; b (CO) = 0,03948 L.mol⁻¹

R: $V_m(\text{VdW}) = 0.04983$ atm.mol⁻¹ ; $V_m(\text{gases ideales}) = 0.0164$ atm

Ejercicio 91. Calcula el volúmen molar del CO en las mismas condiciones del ejercicio anterior, empleando ahora la ecuación de "Esferas Rígidas". ¿En qué se diferencia esta ecuación a la de VdW? ¿Cuál es más completa? Justifica.

$$p(\bar{V} - b) = RT$$

Ejercicio 92. Se disolvieron 0,498 g de un compuesto que contiene únicamente C, N, H y O en 15,0 mL de benceno, produciendo el congelamiento de la solución a 4,03 °C. Determina la fórmula molecular del compuesto.

Información del compuesto incógnita	
%C	66,02%
%N	12,84%
%H	6,47%

Información del benceno	
δ	0,879 gr.mL ⁻¹
T_{cong}^*	5,48°C
K_f	5,12°C

R: C₆NH₇O

Ejercicio 93. Balancea las siguientes reacciones químicas, averigua los estados de agregación de las especies en condiciones estándar para las especies sin carga neta, y establece el estado de oxidación formal de todas las especies involucradas en cada caso.

- (a) NO⁺ + N₃⁻ → N₂ + N₂O
- (b) NaO₂ + H₂O → HO₂⁻ + O₂ + Na⁺ + OH⁻



- (c) $P_4 + H_2O \longrightarrow PH_3 + H_3PO_2$
(d) $HNO_3 + P_4 + H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + NO$

Ejercicio 94. Se tienen 2 cilindros de 75L a 0 °C. Uno posee Ar y el otro NH_3 ($n = 20$). Se midió la presión de cada cilindro, obteniendo 5,95 atm para el cilindro A y 5,88 atm para el cilindro B.

- (a) Suponiendo comportamiento ideal de ambos gases, calcula la presión de que debería tener cada uno de los cilindros.
(b) Decide qué gas se encuentra en cada cilindro, justificando en base a argumentos de interacciones intermoleculares.
(c) ¿Cómo esperas que sean los parámetros de Van der Waals a y b comparativamente para Ar y NH_3 ?

R: (a) 5,97 atm en ambos cilindros; (b) A \rightarrow Ar; B \rightarrow NH_3 ; (c) $a(Ar) < a(NH_3)$; $b(Ar) < b(NH_3)$

