

QUÍMICA I  
TERCERA PRÁCTICA CALIFICADA  
SEMESTRE ACADÉMICO 2023-1

Duración: 110 minutos

Elaborada por los profesores del curso

Horarios: H101, H102, H103, H104, H105, H106, H107, H108, H109, H110, H111, H112, H113, H114, H115

**ADVERTENCIAS:**

- Todo dispositivo electrónico (teléfono, tableta, computadora u otro) deberá permanecer apagado durante la evaluación.
- Coloque todo aquello que no sean útiles de uso autorizado durante la evaluación en su mochila, maletín, cartera o similar, la cual deberá tener todas sus propiedades. Déjela en el suelo hasta el final de la práctica. Una vez iniciada esta, no podrá abrirla.
- Si se detecta omisión a los dos puntos anteriores, la evaluación será considerada nula y podrá conllevar el inicio de un procedimiento disciplinario en determinados casos.
- Es su responsabilidad tomar las precauciones necesarias para no requerir la utilización de servicios higiénicos durante la evaluación. De tener alguna emergencia comuníquelo a su jefe de práctica.
- Quienes deseen retirarse del aula y dar por concluida su evaluación no lo podrán hacer dentro de la primera mitad del tiempo de duración destinado a ella.

**INDICACIONES:**

- Se puede usar calculadora.
- Está prohibido el préstamo de útiles y el uso de corrector líquido.
- Durante el desarrollo de la prueba, puede hacer consultas a los jefes de práctica y al profesor del curso.
- Todos los datos necesarios se dan al final de este documento. NO DEBE UTILIZAR NINGÚN MATERIAL ADICIONAL AL PROPORCIONADO EN LA PRÁCTICA.
- Muestre siempre el desarrollo empleado en cada apartado.

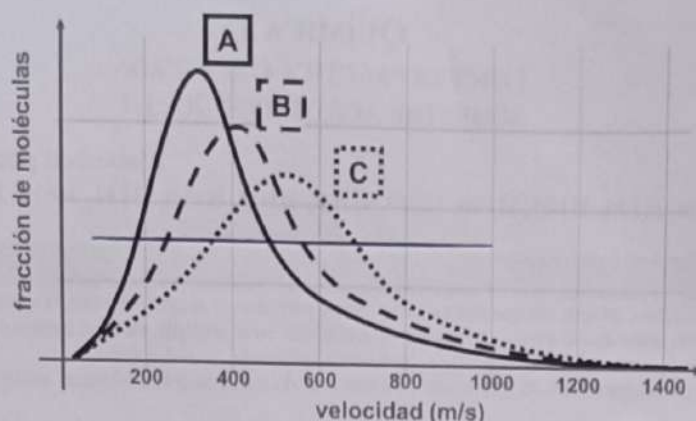
**Pregunta 1 (12 p)**

Gran parte de la historia de la humanidad está plasmada en papel, por ello es necesario preservar documentos de valor histórico y cultural. A lo largo del tiempo el papel puede deteriorarse a causa de diversos factores, entre estos tenemos la luz, la humedad (vapor de agua) y la presencia de algunos gases contaminantes como el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) o el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

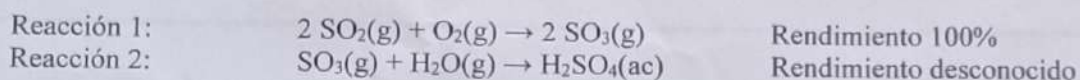
A fin de estudiar el efecto que estos gases ejercen en la degradación del papel, en el laboratorio de un museo se hace una prueba en la que en un recipiente se pone un papel preparado imitando un método tradicional, y una cierta cantidad de cada uno de los tres gases contaminantes mencionados anteriormente. Los investigadores a cargo del experimento registran en su cuaderno las siguientes condiciones:

- El recipiente tiene un volumen de 5 L y antes de introducir los gases contaminantes ya había aire (composición molar 79% de  $\text{N}_2$  y 21% de  $\text{O}_2$ ) con una presión de 1 atm a 25°C.
- Después de introducir los tres gases contaminantes estudiados ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ ) la temperatura se sigue manteniendo a 25 °C.
- Luego de añadir los contaminantes, la presión total es de 1,5 atm.
- La fracción molar del  $\text{SO}_2$  en la mezcla gaseosa es 0,05.
- En el recipiente hay un total de  $3 \cdot 10^{22}$  átomos de hidrógeno.

- a. (4 p) Cuando todos los gases están en el recipiente:
- (p) ¿cuántos moles hay de cada una de las sustancias? ¿Cuál es la presión parcial del  $\text{SO}_2$  presente en el recipiente?
  - (p) Explique utilizando la Teoría Cinético Molecular, qué ocurriría con la presión en el recipiente si se disminuye la temperatura.
- b. (2 p) A continuación se muestra un gráfico de la distribución de velocidades de diversos gases a una misma temperatura. Indique de manera justificada qué curva podría corresponder a cada uno de los gases contaminantes mencionados anteriormente. Además, calcule cuál es la relación de las velocidades de efusión entre  $\text{SO}_2$  y  $\text{H}_2\text{S}$ .



El monitoreo de la presencia de  $\text{SO}_2$  en los espacios donde se exhiben las obras artísticas proporciona información de la calidad de aire y la necesidad de actividades que favorezcan la conservación artística. La NBS (National Bureau of Standards) sugiere que el valor límite para conservar material gráfico en buen estado es de menos de  $1 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ . Uno de los principales problemas del dióxido de azufre gaseoso ( $\text{SO}_2$ ) es que puede reaccionar con la humedad del ambiente y formar ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), el cual puede dañar el papel y acelerar su deterioro. El proceso de conversión del  $\text{SO}_2$  en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se da a través de las reacciones que se muestran debajo (primero el  $\text{SO}_2$  se convierte en  $\text{SO}_3$ , y después el  $\text{SO}_3$  obtenido reacciona con el vapor de agua presente en el ambiente para dar lugar a  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).



- c. (4 p) En una habitación cerrada de  $100 \text{ m}^3$  y donde la temperatura es  $10^\circ\text{C}$ , se detecta la presencia de  $1,25 \cdot 10^{-6}$  moles de  $\text{SO}_2$  y  $\text{O}_2$  con una presión parcial de  $0,2 \text{ atm}$ . Si al final de ambas reacciones se obtienen  $0,1 \text{ mg}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , determine con cálculos:
- (1 p) ¿El valor de  $\text{SO}_2$  detectado en la habitación es adecuado para la conservación de material gráfico?
  - (1 p) ¿Cuántos moles de  $\text{SO}_3$  se formarán en la reacción 1?
  - (2 p) ¿Cuál es el rendimiento de la reacción 2? Nota: tenga en cuenta que el  $\text{H}_2\text{O}$  se encuentra en exceso.
- d. (1 p) El monitoreo de  $\text{SO}_2$  se puede realizar mediante el empleo de probetas de metal normalizadas, a base de cinc (Zn), cobre (Cu) o plata (Ag). Explique mediante la teoría del mar de electrones cómo es la conductividad eléctrica de estos elementos.
- e. (1 p) Los circuitos de los equipos que detectan las moléculas de  $\text{SO}_2$  poseen materiales como el  $^{14}\text{Si}$  con pequeñas cantidades (impurezas) de  $^{15}\text{P}$ . Explique mediante la teoría de bandas si la conductividad eléctrica de estos materiales es igual a la conductividad del semiconductor  $^{14}\text{Si}$  puro.

### Pregunta 2 (8 p)

En años recientes, diversos museos alrededor del mundo han realizado importantes inversiones económicas con el propósito de equipar laboratorios de análisis sofisticados. Estos laboratorios permiten llevar a cabo análisis químicos de obras de arte empleando diversas técnicas. El objetivo principal es restaurar, preservar y proteger obras artísticas, así como implementar protocolos de conservación más seguros, especialmente en piezas delicadas como el papel utilizado en las diversas manifestaciones artísticas.

En la restauración del papel también se emplean diversos solventes para realizar procesos de limpieza, eliminación de adhesivos o manchas, cuatro de estos solventes se muestran a continuación.



$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ :\ddot{\text{Cl}}-\text{C}-\ddot{\text{Cl}}: \\   \\ :\ddot{\text{Cl}}: \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & \ddot{\text{O}}: & \text{H} \\   &    &   \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C} & -\text{C}-\text{H} \\   & &   \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$
Cloroformo	Acetona
$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{H} \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$
Etanol	Agua

- a. (2 p) Para cada uno de los solventes indique las fuerzas intermoleculares presentes. Justifique su respuesta.
- b. (2 p) ¿Cuál de los solventes presenta mayor presión vapor? ¿Cuál de ellos es más viscoso? Justifique sus respuestas.
- c. (2 p) El punto de ebullición normal del etanol es 78,37 °C mientras que el del agua es 100 °C (el punto de ebullición normal es el punto de ebullición a presión 1 atm). ¿Cómo se relacionan sus puntos de ebullición normal con sus fuerzas intermoleculares? Dibuje tres moléculas de etanol y represente cómo las atracciones entre ellas considerando la fuerza intermolecular predominante en esa sustancia.
- d. (2 p) En un recipiente cerrado se colocan 100 g H<sub>2</sub>O (única sustancia en el interior) y se eleva la temperatura a 300 °C para pasar esta sustancia a fase gaseosa. En ese momento la presión que tendría, considerando un comportamiento ideal, es 14,36 atm. ¿Cuál sería la presión si se considera un comportamiento real para el gas? Explique el origen de la diferencia entre ambos valores. (a = 5,46 atm·L<sup>2</sup>/mol<sup>2</sup>, b = 0,03049 L/mol)

#### Datos

Elemento	H	C	N	O	Si	P	S	Cl
Masa atómica promedio	1	12	14	16	28,1	31	32,1	35,5
Z	1	6	7	8	14	15	16	17

$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \quad 1 \text{ g} = 10^6 \mu\text{g} \quad 1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad K = ^\circ\text{C} + 273 \quad R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ kPa}$$

$$\frac{\text{velocidad de efusión}_1}{\text{velocidad de efusión}_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \frac{\text{tiempo de efusión}_2}{\text{tiempo de efusión}_1} \quad \bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\left(P + \frac{n^2 \cdot a}{V^2}\right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$$

San Miguel, 07 de junio del 2023