



EVAPORACIÓN DE UN LÍQUIDO EN UN CAPILAR

INTEGRANTES DEL EQUIPO (POR APELLIDO, EN ORDEN ALFABÉTICO, MÁXIMO CUATRO)	NÚMERO DE CONTROL

Intención didáctica

Determinar experimentalmente el coeficiente de difusión de un vapor orgánico en aire, que se evapora desde el fondo de un tubo capilar.

Antecedentes

Para el caso de difusión unimolecular en fase gaseosa en un tubo capilar, el perfil de concentraciones y la densidad de flujo molar del componente A en estado pseudoestable están dados por:

$$C_A = \frac{P}{RT} \left[1 - \left(\frac{P - P_{vap,A}}{P} \right)^{\left(\frac{z}{L} \right)} \right] \quad n_A = \frac{\mathcal{D}_{AB} P}{LRT} \ln \left(\frac{P - P_{vap,A}}{P} \right)$$

donde L es la longitud desde la interfase líquido-gas hasta el extremo abierto del tubo capilar y z es la distancia medida desde el extremo libre hacia abajo. Después de un tiempo, esa longitud aumenta debido a la evaporación del líquido. El análisis en estado transitorio de dicha evaporación lleva a la siguiente ecuación:

$$L^2 - L_0^2 = \left[\frac{2\mathcal{D}_{AB} PM}{\rho RT} \ln \left(\frac{P}{P - P_{vap,A}} \right) \right] t$$

donde L_0 es la longitud inicial desde la interfase hasta el extremo abierto. Al determinar cómo cambia esa longitud con respecto al tiempo, se puede obtener el valor de la difusividad \mathcal{D}_{AB} .

Materiales

- ★ Dos tubos capilares.
- ★ Pistola de silicón caliente
- ★ Regla.
- ★ Cronómetro.
- ★ Termómetro.
- ★ Acetona.



Indicaciones

1. Inclinando el recipiente que contiene la acetona, introducir un extremo del tubo capilar y permitir que el líquido lo llene hasta aproximadamente 1 cm del borde.
2. Tapar el extremo libre con el dedo para que el líquido no escurra y sacar el capilar del líquido.
3. Sellar el otro extremo del capilar.
4. Repetir los pasos 1 a 3 con el otro capilar, para tener una réplica del experimento.
5. Con la regla, medir la longitud de la parte del capilar que no contiene líquido. Ésta es la longitud inicial L_0 .
6. Colocar ambos capilares en posición vertical en un lugar donde no haya corrientes de aire. Colocar junto el termómetro, para conocer la temperatura ambiente. Registrar también la presión atmosférica.
7. Transcurridos 30 minutos, medir la longitud del capilar que no contiene líquido (L).
8. OPCIONAL: Realizar dos mediciones más cada 30 minutos, para poder emplear regresión para determinar la difusividad de la acetona en aire.
9. OPCIONAL: Buscar la difusividad de la acetona en aire reportada en una fuente bibliográfica confiable y estimarla también mediante alguno de los métodos vistos en el curso. Calcular el error porcentual de su medición experimental respecto a cada uno de esos valores.

Indicaciones de seguridad

La acetona es un solvente volátil e inflamable, por lo que no debe haber flamas o chispas eléctricas en la cercanía.

Disposición de residuos

El volumen usado de acetona es muy pequeño, por lo que el capilar puede tratarse como residuo no peligroso.

Sugerencias para el éxito de la actividad

- ★ El capilar no se debe llenar completamente porque entonces la difusión ya no ocurre en una sola dirección y el modelo matemático no es aplicable (se vuelven importantes los efectos de borde).
- ★ El extremo sellado del capilar no debe contener burbujas, pues su expansión o contracción afecta la medición de la distancia L .

Datos adicionales de la acetona

$$\rho = 791 \text{ kg/m}^3 \quad M = 58.08 \text{ g/mol} \quad \log_{10} P_{vap} = 7.02447 - \frac{1161}{T + 224} \quad (T \text{ en } ^\circ\text{C}, P_{vap} \text{ en mmHg})$$

Evidencias entregables

El reporte de esta actividad puede ser elaborado en computadora, y lleva esta hoja de indicaciones como portada. Opcionalmente, incluir una breve investigación bibliográfica sobre técnicas para medir experimentalmente la difusividad. Después reportar los datos experimentales, los cálculos de para la difusividad, y sus conclusiones individuales de la actividad.