

PROBLEMAS DE QUÍMICA FÍSICA II. Curso 2018-2019

Problemas de Fenómenos de Transporte

1. Se coloca una varilla de Fe(s) entre dos focos cuyas temperaturas son, respectivamente, 325 y 275 K. La distancia entre los focos es de 200 cm, el área de la sección transversal de la varilla de hierro es de 24 cm²; la conductividad térmica del Fe(s) es 0.80 J K⁻¹cm⁻¹s⁻¹. Suponiendo que se alcanza un estado estacionario, calcula: (a) el gradiente de temperatura, (b) el flujo de calor entre el foco caliente y el frío, (c) el calor que fluye durante 60 s, (d) el cambio de entropía del universo, ΔS_{univ} , durante 60 s.

Resultado: (a) 0.250 K/cm, (b) 4.8 J/s, (c) 288 J, (d) 0.161 J/K

2. En un experimento de flujo de Poiseuille para medir la viscosidad del aire a 298 K, la muestra atraviesa un capilar de longitud 10 cm y diámetro interno 1.00 mm. El extremo de alta presión está a 765 torr y el extremo de baja presión a 760 torr. El volumen se mide a esta última presión. En 100 s, pasaron 90.2 cm³ de aire a través del capilar. Calcula la viscosidad del aire a 298 K en el sistema internacional de unidades.

Resultado: 1.82 x 10⁻⁴ kg m⁻¹ s⁻¹

3. La viscosidad y la densidad de la sangre humana a la temperatura del cuerpo son 4.0 cP y 1.0 g/cm³. El caudal de la sangre desde el corazón a través de la aorta es de 5.0 L/min en un cuerpo humano en reposo. La aorta tiene un diámetro típico de 2.5 cm para este caudal. (a) Calcula el gradiente de presión a lo largo de la aorta. (b) Calcula la velocidad media sabiendo que $V/t = v_{\text{med}} \pi r^2$. (c) ¿Cuánto cambia la velocidad del flujo de la sangre si el diámetro de la aorta se reduce por obstrucción hasta 1.5 cm?

Resultado: (a) 34.8 Pa/m, (b) $v_{\text{med}} = 17 \text{ cm/s}$, (c) 0.66 L/min

4. Cuando se colocan 10.0 mL de agua a 20 °C en un viscosímetro de Ostwald transcurren 136.5 s para que el nivel del líquido pase de la primera marca a la segunda. Este tiempo es de 67.3 s para 10.0 mL de hexano a 20 °C en el mismo viscosímetro. Calcula la viscosidad del hexano a 20 °C y 1 atm, sabiendo que a dichas T y P $\eta_{\text{agua}} = 1.002 \text{ cP}$, $\rho_{\text{agua}} = 0.998 \text{ g/cm}^3$ y $\rho_{\text{hexano}} = 0.659 \text{ g/cm}^3$.

Resultado: $\eta_{\text{hexano}} = 0.326 \text{ cP}$

5. Calcula la velocidad de caída en agua a 25 °C ($\rho = 1.00 \text{ g/cm}^3$, $\eta = 0.89 \text{ cP}$) de una bola de acero de 1.00 mm de diámetro y 7.8 g/cm³ de densidad. (b) Repite el cálculo para glicerol ($\rho = 1.25 \text{ g/cm}^3$, $\eta = 950 \text{ cP}$). La aceleración de la gravedad es $g = 980.7 \text{ cm/s}^2$.

Resultado: $v_{\text{agua}} = 416 \text{ cm/s}$, $v_{\text{glicerol}} = 0.37 \text{ cm/s}$

6. ¿Cuántos años serán necesarios para que la raíz del desplazamiento cuadrático medio en una dirección $(\Delta x)_{\text{rms}}$ en la difusión de Sb en Ag a 20 °C sea de 1 cm? Repite el cálculo para la difusión de Al en Cu a 20 °C. Los coeficientes de difusión a dilución infinita y 20 °C y 1 atm son: $D^{\infty}_{\text{Sb,Ag}} = 10^{-21} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$; $D^{\infty}_{\text{Al,Cu}} = 10^{-30} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$

Resultado: 2 x 10¹³ años; 2 x 10²² años

7. Las observaciones de Perrin sobre partículas esféricas de gutagamba (una gomorresina de árboles originarios de Camboya) con radio medio de 2.1 x 10⁻⁵ cm, suspendidas en agua a 17 °C (donde $\eta = 0.011 \text{ P}$) dieron para 10⁴(Δx)_{rms} valores de 7.1, 10.6 y 11.3 cm para intervalos de tiempo de 30, 60 y 90 s, respectivamente. Calcula los valores del número de Avogadro a partir de estos datos.

Resultado: (en mol⁻¹) 6.6 x 10²³; 5.9 x 10²³; 7.8 x 10²³

8. Calcula el coeficiente de difusión de la hemoglobina en agua a dilución infinita y 25 °C sabiendo que el volumen molar de la hemoglobina es $V_m = 48000 \text{ cm}^3/\text{mol}$ y la viscosidad del agua es 0.89 cP a 25 °C. Supón que las moléculas de hemoglobina son esféricas y estima el volumen de una molécula como V_m/N_A . El valor experimental es 7 x 10⁻⁷ cm² s⁻¹.

Resultado: 9.2 x 10⁻⁷ cm² s⁻¹

9. Para medir la conductividad de cierta disolución acuosa de HCl, se determina inicialmente la constante de la celda empleando una disolución patrón de KCl cuya $\kappa = 12.90 \text{ mS cm}^{-1}$ a 298 K y 1 atm, encontrando que $R = 39.53 \Omega$. Posteriormente se introduce la disolución de HCl, con la que la resistencia medida es de 121.4Ω . (a) ¿Cuál es la constante de la celda? (b) ¿Cuál es la conductividad de la disolución de HCl expresada en unidades del sistema internacional?

Resultado: (a) 50.99 m^{-1} , (b) 0.4200 S m^{-1}

10. Se ha medido la conductividad de una disolución acuosa de perclorato de plata a diferentes concentraciones y a 298 K y 1 atm. Los datos obtenidos se indican en la tabla. Calcula la conductividad molar a dilución infinita a 298 K según dichos datos.

$\kappa \text{ (S cm}^{-1}\text{)}$	0.0001266	0.0001684	0.0003608	0.0003931
$c \text{ (mol dm}^{-3}\text{)}$	0.0010256	0.0013694	0.0029782	0.0032500

Se conoce que las conductividades molares a dilución infinita de ClO_4^- y Ag^+ son 6.70 y $6.22 \text{ mS m}^2 \text{ mol}^{-1}$, respectivamente. De acuerdo con los datos indicados, calcula la conductividad molar a dilución infinita del perclorato de plata y compara con el resultado obtenido experimentalmente.

Resultado: Exp.: $126.7 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, Teor.: $129.2 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$

11. La conductividad molar de un ácido débil HA, varía con la concentración según la tabla. Haz la representación adecuada para obtener la K_a del ácido.

$c \times 10^2 \text{ (mol dm}^{-3}\text{)}$	0.0958	0.1705	0.3223	0.4974	0.7142	1.4511	2.2512
$\Lambda_m \text{ (S cm}^2 \text{ mol}^{-1}\text{)}$	51.632	39.473	29.084	23.677	19.861	14.053	11.318

Resultado: 2.29×10^{-5}

12. Se obtienen los siguientes datos de conductividad molar de cierto electrolito:

$c \text{ (mol dm}^{-3}\text{)}$	0.0005	0.001	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1
$\Lambda_m \text{ (S m}^2 \text{ mol}^{-1}\text{)}$	0.0124	0.01237	0.01207	0.01185	0.01158	0.01111	0.01067

Determina si se trata de un electrolito fuerte o débil, y obtén su conductividad molar a dilución infinita.

Resultado: Electrolito fuerte, $0.0125 \text{ S m}^2/\text{mol}$

13. La resistencia de una disolución 0.0100 M de CH_3COOH (aq) a 298 K es 2200Ω en una celda cuya $K_{\text{cel}} = 0.367 \text{ cm}^{-1}$. Calcula $\text{p}K_a$, despreciando la contribución del disolvente a la conductividad, y sabiendo que las conductividades molares a dilución infinita de CH_3COO^- y H^+ son 40.9 y $349.6 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, respectivamente.

Resultado: 4.72

14. Considera una disolución 0.10 M de NaCl a 25°C y 1 atm, que experimenta una electrolisis con una intensidad del campo eléctrico de 15 V/cm . (a) Calcula la velocidad de arrastre de los iones Cl^- ; (b) Calcula cuántos iones de Cl^- que transportan corriente atraviesan un área de 1.0 cm^2 en 1.0 s . La movilidad iónica límite de Cl^- en agua a 298 K y 1 atm es $79.1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Resultado: (a) 0.012 cm/s , (b) 7.2×10^{17} iones

15. Estima el radio del ión SO_4^{2-} a 25°C en agua a partir de su conductividad iónica a dilución infinita, $160 \text{ S cm}^2 \text{ mol}^{-1}$. La viscosidad del agua a 25°C es 0.89 cP y la carga del protón es $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Resultado: 2.30 \AA