

1. Bajo la acción de un campo electromotriz, los iones  $\text{Na}^+$  de una disolución de sal común ( $\text{NaCl}$ ) se mueven con una velocidad de arrastre promedio de 3 cm/s mientras que los iones  $\text{Cl}^-$  lo hacen a 2 cm/s. La concentración de la sal (que se disocia completamente) es de 0,04 moles por litro.
- (a) (5 puntos) Calcular la densidad de corriente eléctrica en la disolución.
- (b) (5 puntos) Se aplica un campo magnético de 10 mT en dirección perpendicular a la corriente. Calcular el campo eléctrico Hall.

**Ayuda:**  $\mathbf{J} = \rho\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{E}_t = -(\mathbf{J} \times \mathbf{B}) \rho^{-1}$ .

**Constantes:**  $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

**Solución:**

A partir de la fórmula de la densidad de corriente eléctrica, es evidente que necesitamos la densidad de carga de cada especie iónica:

$$\rho_{\text{Na}^+} = eN_A \cdot 0,04 \text{ mol/l} \cdot 10^3 \text{ l/m}^3 = 3,86 \times 10^6 \text{ C/m}^3$$

La densidad de carga del  $\text{Cl}^-$  es la misma, con el signo cambiado (la disolución tiene que ser neutra):

$$\rho_{\text{Cl}^-} = -3,86 \times 10^6 \text{ C/m}^3$$

Y para la densidad de corriente aplicamos la fórmula sumando la contribución de las dos especies iónicas, teniendo en cuenta que  $v_{\text{Cl}^-} = -v_{\text{Na}^+}$  al estar ambos iones impelidos del mismo campo electromotriz y ser de signo opuesto.

$$\begin{aligned} J &= \rho_{\text{Na}^+}v_{\text{Na}^+} + \rho_{\text{Cl}^-}v_{\text{Cl}^-} \\ &= 3,86 \times 10^6 \cdot 0,03 + (-3,86 \times 10^6) (-0,02) = 1,93 \times 10^5 \text{ A/m}^2 \end{aligned}$$

Para la segunda parte aplicamos que, para cada especie:

$$\mathbf{E}_t = -(\mathbf{J} \times \mathbf{B}) \rho^{-1} = -(\rho\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \rho^{-1} = -(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

El campo Hall total es la suma del de las dos especies; nos interesa sólo el módulo, por tanto el módulo del producto vectorial, al ser ambos vectores perpendiculares, no es más que el producto de los módulos. Pero conservamos el signo en las velocidades:

$$E_t = (v_{\text{Na}^+} + v_{\text{Cl}^-}) B = (0,03 - 0,02) 0,01 = 10^{-4} \text{ V/m}$$

2. Queremos evaluar la exposición sonora que sufre un guitarrista durante la semana. Sabemos que martes y jueves da clases de guitarra durante dos horas y que después

ensaya con su grupo durante hora y media. Los viernes y sábados actúa con el grupo en un bar durante dos horas y los domingos trabaja como camarero en una discoteca durante 5 horas. En la tabla siguiente puede ver los diferentes niveles de presión acústica para cada una de esas actividades.

Actividad	$L_A$ (dBA)
Clases de guitarra	86
Ensayo	94
Actuación en directo	102
Camarero	100

Cuadro 1: Niveles de presión sonora para el guitarrista

Conteste a las siguientes preguntas:

- (a) (7 puntos) Calcule el nivel de exposición diario equivalente (8 horas) para martes o jueves, viernes o sábado y para el domingo.
- (b) (3 puntos) ¿Cuál es el valor límite de exposición? ¿Se supera o se está cerca en alguno de los días? ¿Debería tomar el guitarrista alguna precaución?

**Ayuda:**  $L_{Aeq,d} = L_{Aeq}(T) + 10 \log \frac{T_e}{8}$

### Solución:

Calculamos  $L_{Aeq,d}$  en cada día de la ajetreada vida del guitarrista. Podemos usar la fórmula de la ayuda, donde  $L_{Aeq}(T)$  es idéntico al de la tabla para el viernes, sábado y domingo; hay que hacer algún cálculo para el martes y jueves.

O bien podemos calcularlo directamente como  $L_{Aeq,d} = L_{Aeq}(8 \text{ h})$ .

Así, para martes o jueves:

$$\begin{aligned} L_{Aeq,d} &= 10 \log \frac{1}{T} \sum_T 10^{L_i/10} t_i \\ &= 10 \log \frac{1}{8\text{h}} (10^{86/10} \times 2\text{h} + 10^{94/10} \times 1,5\text{h}) \\ &= 87,6 \text{ dBA} \end{aligned}$$

Análogamente, para viernes o sábados:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{1}{8\text{h}} (10^{102/10} \times 2\text{h}) = 96 \text{ dBA}$$

Y para el domingo:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{1}{8h} (10^{100/10} \times 5h) = 96 \text{ dBA}$$

El límite de exposición es 87 dBA, luego se sobrepasa el límite en todos los días. El guitarrista debería realizar los ensayos a niveles inferiores, usar locales acústicamente adecuados, controlar los niveles de amplificación, usar tapones para los oídos, etc.

3. Conteste a las siguientes cuestiones de manera razonada

- (a) (2 puntos) ¿Qué es el blindaje?
- (b) (3 puntos) ¿Qué tipo de blindaje se usa para protegerse de las partículas  $\alpha$ ?
- (c) (5 puntos) ¿Qué tipo de blindaje se usa para protegerse de las partículas  $\beta$ ?

**Solución:**

- a) El blindaje interpuesto entre la fuente y el individuo es un material absorbente de las radiaciones ionizantes de que se trate, con la finalidad de tener a la salida una disminución adecuada de la radiación.
- b) Los blindajes para partículas  $\alpha$  no ofrecen problemas especiales debido a su corto alcance. Basta con conocer el alcance de la partícula para esa energía en ese material y aumentar ligeramente el espesor de material.
- c) Para partículas  $\beta$  aparece el problema de la existencia de la radiación de frenado, que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar el blindaje correspondiente, pero el alcance de los electrones es corto, del orden del metro en aire. Un blindaje adecuado en este caso sería una capa de absorbente de número atómico bajo (plástico o aluminio) para minimizar el efecto de la radiación de frenado (recordar que es proporcional  $Z$ ), seguido de una capa fina de plomo para atenuar la radiación de frenado producida en el primer absorbente.