

Responda a las siguientes cinco preguntas de forma clara y concisa. Recuerde hacer los esquemas necesarios y no olvide las unidades y el carácter vectorial de las magnitudes correspondientes. Cada pregunta vale 2 puntos.

1. Dos cargas puntuales de igual magnitud y distinto signo,  $q_1 = +q$  y  $q_2 = -q$ , se encuentran situadas en los puntos de coordenadas  $(-a, 0)$  y  $(a, 0)$  respectivamente.
  - a) Determinar la expresión del campo eléctrico,  $\vec{E}$ , en un punto arbitrario de la parte positiva del eje  $y$ .
  - b) Si mantenemos la carga positiva en su posición y alejamos la negativa hasta un punto muy lejano ( $x \rightarrow +\infty$ ), calcular el trabajo que debemos realizar en dicho proceso e interpretar el signo del resultado.
  - c) Estando nuevamente las cargas en la posición del apartado (a) colocamos una tercera carga positiva  $Q$  de masa  $m$  en el punto  $(-2a, 0)$ . Si dejamos libre la carga  $Q$ , ¿qué trayectoria describirá?, ¿cuánto valdrá la velocidad máxima que alcanzará?
2. Un hilo conductor recto infinito está recorrido por una intensidad  $I_1$ . A su lado y paralelo a éste se coloca otro hilo recto infinito separado una distancia  $d$ . Deduzca la expresión de la fuerza por unidad de longitud que experimenta este segundo hilo conductor cuando la corriente,  $I_2$ , que circula por él:
  - a) tiene igual sentido que  $I_1$ ;
  - b) tiene sentido opuesto a  $I_1$ ;
  - c) es nula.
3. Tenemos un circuito formado por una fuente de corriente alterna de tensión eficaz  $\mathcal{E}_{ef} = 220 \text{ V}$  y de frecuencia  $f = 50 \text{ Hz}$  que alimenta a dos bombillas, siendo una de ellas incandescente (de las antiguas) y la otra de tipo fluorescente compacta (de las modernas de bajo consumo). La bombilla incandescente puede modelarse mediante la asociación en *serie* de una resistencia ( $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ) y un inductor ( $L = 100 \text{ mH}$ ). La bombilla fluorescente puede modelarse mediante la asociación en *paralelo* de una resistencia ( $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ) y un condensador ( $C = 1 \mu\text{F}$ ).
  - a) Calcule qué bombilla consumirá más si ambas bombillas están conectadas en *paralelo*.
  - b) ¿Cuál de las dos bombillas consumirá más si se sustituye la fuente de alterna por una fuente de corriente *continua* que proporcione una tensión constante de  $220 \text{ V}$ ?
4. Una onda electromagnética armónica plana de longitud de onda  $\lambda = 80 \text{ cm}$  e intensidad promedio  $\mathcal{I}_{med} = 0,2 \text{ W/m}^2$  se propaga en el vacío en sentido positivo del eje  $z$  y su campo eléctrico oscila en la dirección  $x$ .
  - a) Obtenga las expresiones de los campos  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$ , realizando además un dibujo de la onda.
  - b) Calcule la diferencia de fase entre dos puntos del eje  $x$  que distan  $40 \text{ cm}$  y la diferencia de fase entre dos puntos del eje  $z$  que distan  $10 \text{ cm}$ .
  - c) Demuestre que cualquier onda de este tipo transporta igual densidad de energía magnética que eléctrica.

(Datos:  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ )

5. Una muestra de silicio en forma de barrita con una sección de  $1 \text{ cm}^2$  se dopa con  $2,7 \times 10^{10}$  átomos de fósforo (5 electrones de valencia) por  $\text{cm}^3$ .
  - a) Indique razonadamente si se trata de un semiconductor tipo N o P y dibuje un esquema de las bandas del silicio dopado aquí considerado, indicando su ocupación a  $T = 0 \text{ K}$  y  $T = 300 \text{ K}$ .
  - b) Calcule la resistividad,  $\rho$ , de la muestra a  $T = 300 \text{ K}$  suponiendo ionización total de impurezas.
  - c) Si se hace circular una corriente de  $10 \mu\text{A}$  por la barrita ¿cuánto valdrán las velocidades de deriva de los portadores?

(Datos: a  $300 \text{ K}$ ,  $\mu_n = 1300 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ ,  $\mu_p = 500 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ ;  $n_i = 1,5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ )