

Física III - Química (2018)

Práctica 5

Faraday y Ampère-Maxwell

1. Calcule la fem inducida en una espira rectangular de superficie $A = a b$ que se mueve a rapidez constante v_0 y que ingresa en una región con un campo magnético uniforme \vec{B} .
2. Demostrar que en el caso de un condensador de láminas planas y paralelas la corriente de desplazamiento de Maxwell viene dada por

$$I_d = C \frac{dV}{dt},$$

donde C es la capacidad del condensador y V la tensión entre sus placas.

3. Un condensador de placas paralelas y circulares de área A se conecta a un generador AC, de modo que la carga sobre las placas varía como $q(t) = q_0 \sin(\omega t)$. Las líneas de \vec{B} son círculos cuyos centros se hallan sobre el eje de simetría del sistema.

- (a) Mostrar que la intensidad del campo magnético en cualquier punto entre las placas está dado por:

$$B = \frac{\mu_0 \omega q_0 r}{2A} \cos(\omega t)$$

donde r es la distancia desde el eje al punto donde se evalúa el campo.

- (b) Halle el vector de Poynting en el espacio entre las placas a partir de los campos eléctricos y magnéticos, así como su flujo a través de una superficie contenida entre las placas.
 - (c) ¿A qué equivale este flujo del vector de Poynting? (piense en términos de la corriente que circula fuera del espacio interplacas).
4. Un largo solenoide de radio R tiene n vueltas de alambre por unidad de longitud ($n = N/\ell$) y conduce una corriente que varía senoidalmente en el tiempo $i(t) = I_0 \cos(\omega t)$, donde I_0 es la máxima corriente y ω es la frecuencia angular de la fuente de corriente alterna.
- (a) Determine el campo magnético dentro y fuera del solenoide.
 - (b) Determine el campo eléctrico inducido dentro y fuera del solenoide, a una distancia r del eje central.
 - (c) Calcule el flujo de energía electromagnética hacia adentro del solenoide. ¿Cómo se relaciona con $i(t)$? (puede utilizar el concepto de inductancia)

5. Un cable coaxial ideal está formado por un cilindro interior, de radio a , perfectamente conductor, y una superficie cilíndrica exterior, de radio b , también perfectamente conductora. Los cilindros se extienden indefinidamente a lo largo de su eje. El cilindro interior se encuentra a una tensión V_0 , mientras que la superficie exterior se encuentra a tierra. Simultáneamente, por la superficie del núcleo fluye una corriente I_0 en la dirección del eje, distribuida uniformemente. Esta corriente retorna por la superficie exterior, con lo que hay distribuida uniformemente una corriente $-I_0$.

- (a) Halle los campos eléctrico y magnético en todos los puntos del espacio.
- (b) Calcule las densidades de energía eléctrica y magnética por unidad de volumen, así como la energía total almacenada en una porción de longitud h del cable coaxial.
- (c) Determine el vector de Poynting en el espacio entre los cilindros. ¿En qué dirección fluye la energía?
- (d) Halle el flujo de energía a través de una sección del cable coaxial.

6. (Opcional) Una nube esférica de carga (compuesta de una distribución de cargas puntuales flotando en el vacío) se contrae y dilata, variando su radio como $R(t) = R_0 + a \cos(\omega t)$. La carga total de la nube, Q_0 , se encuentra distribuida en todo momento de forma uniforme en el volumen de la esfera.

- (a) A partir de la ley de conservación de la carga,

$$0 = \vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t},$$

calcule la densidad de corriente de conducción en la nube. Puede suponer que $\vec{J} = J(r)\hat{r}$ y que esta densidad no es infinita en el centro de la esfera.

- (b) Calcule el campo eléctrico en todo el espacio y, a partir de éste, la corriente de desplazamiento. ¿Cuánto vale la densidad de corriente total?
- (c) ¿Habrá campo magnético en el sistema?

Preguntas conceptuales

1. Exprese en sus palabras la diferencia entre la conservación local y global de la carga. ¿Cuál de ellas está implícita en las ecuaciones de Maxwell? ¿Cómo se expresa en términos de ecuaciones?
2. Repita el cuestionario anterior para el caso de la energía. Existe, en este caso, un término más en las ecuaciones: explique su significado y justifique su presencia teniendo en cuenta la posibilidad de que el sistema de campos se acople al sistema de partículas.
3. ¿Espera que existan leyes similares para el impulso y el impulso angular electromagnético?