Universidad de los Andes

Departamento de Física

Taller 4 - Electromagnetismo II (FISI-3434) - 2015-10

Profesor: Jaime Forero

Febrero 19, 2015

La solución a estos problemas va a ser evaluada (en el tablero) en clase el martes 3 de marzo.

1. Una antigua teoría competidora del Big Bang postulaba la *creación continua* de materia cargada a una (muy pequeña) taza constante R en todos los puntos del espacio. En esta teoría la ecuación de continuidad se debería reemplazar por

$$\nabla \cdot \mathbf{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = R.$$

Para que esto sea cierto es necesario modificar también los términos fuente en las ecuaciones de Maxwell. Muestre que es suficiente moficar la ley de Gauss a

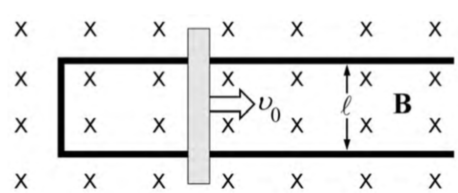
$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} - \lambda \varphi$$

y la ley de Ampère-Maxwell a

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{j} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} - \lambda \mathbf{A}.$$

Donde λ es una constante y φ y $\mathbf{A}$ son los vectores escalares y potenciales.

2. Una barra resistiva con masa m se mueve sin fricción sobre dos rieles conductores. Un campo magnético $\mathbf{B}$ apunta saliendo de la página como muestra la figura. Sea R la resistencia de la barra de longitud l. Pruebe que la energía cinética inicial de la barra se disipa completamente como calor en el circuito cuando $t \to \infty$.



3. Una carga puntual q está fija en las coordenadas $(a, 0, 0)$, otra carga puntual $-q$ está fija en $(-a, 0, 0)$. Adicionalmente un campo magnético uniforme $\mathbf{B} = B\hat{\mathbf{z}}$ llena todo el espacio.

   - Pruebe que las lineas de flujo del vector de Poynting ya sea se cierran sobre sí mismas o empiezan y terminan en el infinito.
   - Dibuje varias líneas representativas de flujo del vector de Poynting, incluyendo alguna que pase por el origen de las coordenadas.

4. Una partícula con carga q y masa m se mueve en campos externos estáticos $\mathbf{E_0}(\mathbf{r})$ y $\mathbf{B_0}(\mathbf{r})$. Si $\varphi_0(\mathbf{r_q})$ es el potencial electrostático en la posición de la partícula, y las perdidas por radiación son despreciables, la expresión usual para la conservación de energía de este sistema es

$$\frac{1}{2}mv^2 + q\varphi_0(\mathbf{r_q}) = \textit{constante}.$$

Muestre que esta ecuación es consistente con el balance de potencia del teorema de Poynting solamente si se añada la potencia entregada por una fuente externa de energía que mantiene los campos contra el trabajo hecho en sus fuentes por los campos producidos por la partícula.

5. Considere un capacitor de placas paralelas con cargas $\pm Q$, área A y separación d en presencia de un campo magnético $\mathbf{B_0}$. Encuentre el momento lineal almacenado en los campos para este sistema.

6. Encuentre el momento angular almacenado en los campos para una esfera ferromagnética de metal que tiene radio R, carga Q y una magnetización uniforme $\mathbf{M} = M\hat{\mathbf{z}}$.

   - Compare este valor con el valor del momento angular mecánico que es adquirido cuando la magnetización se quita (por ejemplo calentando la esfera sobre la temperatura de Curie haciendo que el ferromagnetismo desaparezca). En este caso el cambio del campo magnético va a inducir un campo eléctrico. Esta sería una versión más física de la paradoja de Feynman discutida en clase.
   - Compare el valor anterior con el momento angular adquirido cuando la esfera se descarga (por ejemplo conectando la esfera a tierra). En este caso el cambio del campo eléctrico va a inducir un campo magnético.