Teoría Electromagnética. Curso 2005.
Práctico 4. Leyes de Conservación.

1. Se considera un capacitor de placas paralelas circulares de radio a separadas una distancia $d \ll a$ a cuyos centros se conectan alambres rectilíneos perpendiculares a las placas con corriente I. Asuma que la densidad de corriente en las placas es tal que la densidad de carga superficial es siempre uniforme y nula inicialmente.
(a) Calcular el campo eléctrico entre las placas como función del tiempo.
(b) Calcular la corriente de desplazamiento a traves de un círculo de radio s contenido en un plano paralelo a las placas a medio camino entre estas. Calcular el campo magnetico en ese plano como función de s usando como curva de Ampère ese círculo y la superficie plana expandida por el.
(c) Calcular el vector de Poynting entre las placas y el flujo neto de energía hacia el volumen entre estas.

2. Determinar la fuerza sobre uno de los hemisferios de una esfera sólida uniformemente cargada usando el tensor de Maxwell.

3. Se considera un capacitor formado por dos placas paralelas infinitas con la placa inferior en $z = -d/2$ y densidad de carga $-\sigma$ y la superior en $z = d/2$ y densidad de carga σ.
(a) Determinar el tensor de tensiones de Maxwell entre las placas.
(b) Calcular la fuerza por unidad de area en la placa superior a partir de (a).
(c) Calcular la cantidad de movimiento por unidad de area y por unidad de tiempo a traves del plano xy.
(d) A partir de la cantidad de movimiento que absorven las placas calcular otra vez la fuerza por unidad de area.

4. Se considera un solenoide largo de radio R, n vueltas por unidad de longitud y corriente I, y dos superficies cilindricas coaxiales con el solenoide y de longitud l. Una de estas superficies cilindricas, de radio a esta dentro del solenoide con una carga Q uniformemente distribuida sobre su superficie, mientras que la otra esta fuera del solenoide con una carga $-Q$.
(a) Calcular el momento angular del campo electromagnético.
(b) La corriente se disminuye gradualmente hasta cero, y los cilindros comienzan a rotar. Calcular el momento angular ganado por los cilindros. Discutir.

5. Se considera una esfera de hierro de radio R con carga Q y magnetización $\mathbf{M} = M\mathbf{e}_z$. La esfera esta inicialmente en reposo.
(a) Calcular el momento angular total en el campo electromagnético.
(b) Suponga que la esfera es gradual y uniformemente desmagnetizada. Calcular el campo eléctrico inducido, el torque que este ejerce en la esfera y de ahí el

momento angular total ganado por la esfera durante el proceso.
(c) Suponga en cambio que la esfera se descarga. Use la ley de Lorentz para calcular el torque en la esfera y de ahí el cambio en su momento angular.

6. Considere un modelo del electrón como un cascarón esférico uniformemente cargado con carga e y radio R girando con velocidad angular ω.
(a) Calcular la energía total contenida en los campos.
(b) Calcular el momento angular total del campo electromagnético.
(c) Suponga que la masa del electrón es de origen electromagnético en su totalidad $m_e c^2 = U_{em}$ y que esto tambien es cierto para su momento angular $L = \hbar/2$. Determinar el radio y la velocidad angular del electron, y su producto. Discuta.

7. Se considera un monopolo magnético con carga magnética q_m a una distancia d de una carga eléctrica q_e.
Nota: El campo magnético de un monopolo en el origen es

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{r^2}\mathbf{e}_r$$

.
(a) Probar que el momento angular total tiene módulo $\frac{\mu_0}{4\pi}q_e q_m$ y dirección según el eje que une las cargas.
(b) En mecánica cuántica resulta que el momento angular de cualquier sistema físico debe ser un múltiplo de $\hbar/2$. Discutir las implicaciones para q_e y q_m.