

**PROBLEMAS MQA-TEORIA CUANTICA DE LA RADIACION . 2003-2004. MAYO  
2004.**

1. Desarrollar explícitamente los cálculos realizados en clase de teoría.
2. Obtener la expansión en ondas planas para la versión cuántica del vector de Poynting.  $\hat{S} = \int d^3r \hat{\vec{E}} \times \hat{\vec{H}}$ .
3. Obtener de forma explícita y detallada las relaciones de conmutación, a tiempos no iguales, para las distintas componentes de los operadores campo  $\hat{\vec{E}}(r_0, t_0), \hat{\vec{H}}(r_1, t_1)$  entre sí.
4. A partir de la expansión en ondas planas, y usando las expresiones ya conocidas de la física matemática, obtener la expansión del  $\hat{\vec{A}}(r, t)$  en ondas esféricas.
5. Sea el campo electromagnético cuántico acoplado a una partícula cargada de acuerdo a los modelos simples dados a continuación para el vector de acoplamiento  $\vec{j}$  (de manera totalmente análoga y con las mismas convenciones de lo realizado en clase de teoría). Se pide, en primer orden de teoría de perturbaciones, el cálculo de la amplitud y probabilidad de transición, por unidad de longitud y/o por unidad de tiempo, para los casos siguientes.

Si no se indica lo contrario, estudiar diversas combinaciones de manera similar a lo realizado en clases teóricas: entre los estados iniciales del campo (sistema A: casos con cero, uno, o dos fotones, con momento y polarización a elegir) y de la partícula que se indican (sistema B, estados con cero, una o dos partículas).

Se pide la obtención de fórmulas concretas finales para los casos elegidos.

5.1 Partícula clásica, carga  $e$ , con propagación rectilínea con dirección  $\vec{u}$ .

A) con velocidad constante  $v < c$ . Discutir la dependencia con la velocidad. Discutir el caso  $v > c$  (Efecto Cerenkov)

B) con aceleración constante:  $v(t) = v_0 t$ . Discutir posibles similitudes o diferencias con el caso anterior.

5.2 Partícula clásica, carga  $e$ , velocidad uniforme  $v$ , a lo largo de un círculo de radio  $R$ . Discutir la dependencia con el radio. Discutir posibles diferencias con el caso 5.1.

5.3 Oscilador armónico cuántico usual con operadores de creación y destrucción  $\hat{b}, \hat{b}^\dagger$ . Acoplamiento:  $\hat{\vec{j}}(r, t) = e\vec{M}(\hat{b} + \hat{b}^\dagger)\delta(\vec{r})$ .

5.4 Oscilador armónico cuántico usual con operadores de creación y destrucción  $\hat{b}, \hat{b}^\dagger$ . Acoplamiento:  $\hat{\vec{j}}(r, t) = e\vec{M}(\hat{b} \exp it\omega_1 + \hat{b}^\dagger \exp -it\omega_1)\delta(\vec{r})$ .

5.5 Oscilador armónico cuántico usual con operadores de creación y destrucción  $\hat{b}, \hat{b}^\dagger$ , en movimiento. Acoplamiento:  $\hat{\vec{j}}(r, t) = e\vec{M}(\hat{b} + \hat{b}^\dagger)\delta(\vec{r} - \vec{v}_0 t)$ .

5.6 (Modelo simple de interacción de electrones). Oscilador armónico cuántico usual con operadores de creación y destrucción  $\hat{b}, \hat{b}^\dagger$ , en movimiento. Acoplamiento:  $\hat{\vec{j}}(r, t) = e\vec{M}(\hat{b} + \hat{b}^\dagger)^2\delta(\vec{r} - \vec{v}_0 t)$ . En este caso se pide explícitamente el estudio de algún caso donde haya transiciones de estados de una a dos partículas y donde el campo electromagnético permanezca igual (estado de vacío o estado de un fotón).