



Tarea 5  
Entrega: 30/05/2021

**Ej. 1:** Interacción magnética vs eléctrica

**15 Puntos**

Considera un haz gaussiano de 1 mW que es enfocado sobre un átomo con una cintura de 100  $\mu\text{m}$ . Compara las energías de interacción eléctrica  $-\mathbf{d} \cdot \mathcal{E}$  y magnética  $-\mu_S \cdot \mathbf{B}$  en este caso. Este ejercicio es una estimación de ordenes de magnitud.

**Ej. 2:** Cambio de norma en aproximación dipolar

**30 Puntos**

Muestra que al hacer la transformación de norma

$$\begin{aligned} \mathbf{A}' &= 0 \\ \phi' &= \frac{d}{dt} \mathbf{A}(t) \cdot \mathbf{r} = -\mathcal{E}(t) \cdot \mathbf{r} \\ \Psi'(\mathbf{r}, t) &= \exp\left(\frac{ie}{\hbar} \mathbf{A}(t) \cdot \mathbf{r}\right) \Psi(\mathbf{r}, t) \end{aligned}$$

a la ecuación

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\mathbf{r}, t) = \left[ H_0 + \frac{e}{m} \mathbf{A}(t) \cdot \mathbf{p} + \frac{e^2}{2m} A^2 \right] \Psi(\mathbf{r}, t)$$

se obtiene, para la nueva función de onda  $\Psi'(\mathbf{r}, t)$ , la ecuación de Schrödinger

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi'(\mathbf{r}, t) = [H_0 + e\mathcal{E}(t) \cdot \mathbf{r}] \Psi'(\mathbf{r}, t)$$

**Ej. 3:** Tasas de transición

**40 Puntos**

Haz diagramas donde se muestren todas las transiciones dipolares posibles para  $^{87}\text{Rb}$  entre los siguientes estados:

- $|5^2S_{1/2}, F=2, m_F\rangle$  y  $|5^2P_{3/2}, F=3, m'_F\rangle$ .
- $|5^2S_{1/2}, F=2, m_F\rangle$  y  $|5^2P_{3/2}, F=2, m'_F\rangle$ .
- $|5^2S_{1/2}, F=2, m_F\rangle$  y  $|5^2P_{3/2}, F=0, m'_F\rangle$ .
- $|5^2P_{3/2}, F=3, m_F\rangle$  y  $|5^2S_{1/2}, J=1/2, m'_J\rangle$

Para cada transición posible da el valor del elemento de matriz dipolar correspondiente. Escribe este elemento de matriz dipolar como múltiplo de el elemento de matriz reducido

$\langle J || er || J' \rangle$  correspondiente. Además, indica de alguna manera, a qué tipo de transición corresponden ( $\sigma^+$ ,  $\sigma^-$  o  $\pi$ ).

De acuerdo a lo anterior responde lo siguiente:

- a. ¿Cuál es el estado estacionario obtenido al estimular la transición **b** usando las transiciones  $\sigma^+$ ,  $\sigma^-$  y  $\pi$  respectivamente?
- b. Considerando tu respuesta anterior, contesta ¿Por qué se usa la transición **a** como transición principal de enfriamiento láser?
- c. Usando un esquema de excitación de dos fotones a partir de las transiciones **a** y **d** ¿Qué estrategia se puede usar para maximizar la probabilidad de excitar átomos al estado  $|50^2S_{1/2}, J = 1/2, m'_J = 1/2\rangle$ ?