# Física Teórica 2 (2013 - 2C)

Segundo Parcial

**P1.** (4 pts.) Considere el átomo de hidrógeno con un electrón en la capa $2p$ con proyección del momento angular $m = 0$. A tiempo $t = 0$ se enciende una perturbación que entra en el Hamiltoniano como $V = \alpha(1 - e^{-\lambda t})[x + \beta(x^2 - y^2)]$.

a) Considerando los tensores irreducibles $T^{(1)}_{\pm 1} = \mp \frac{1}{\sqrt{2}}(x \pm iy)$. Evalúe $T^{(2)}_{\pm 2} = T^{(1)}_{\pm 1} T^{(1)}_{\pm 1}$ y justifique por qué son tensores irreducibles de segundo orden.

b) ¿Cuáles son los estados $|n', l', m'\rangle$ que podrían estar ocupados en el instante $t$? (considere una respuesta válida dentro del primer orden en teoría de perturbaciones).

c) Halle el cociente entre las amplitudes de transición al tiempo $t$ correspondientes a $|2, 1, 0\rangle \to |3, 2, 1\rangle$ y $|2, 1, 0\rangle \to |3, 2, -1\rangle$. (¿Importa el término proporcional a $\beta$?).

d) Halle en función del tiempo la probabilidad de transición $|2, 1, 0\rangle \to |3, 2, 2\rangle$ en función del elemento de matriz $q = \langle 3, 2, 1|T^{(2)}_0|2, 1, 1\rangle$, siendo $T^{(2)}_0$ la componente 0 del tensor de rango dos cuyas componentes $\pm 2$ se definen en el punto a).

**Ayuda**: A primer orden la amplitud de transición viene dada por,

$$c^{(1)}_{fi}(t) = -\frac{i}{\hbar} \int_0^t dt' \langle f|V(t')|i\rangle e^{i(E_f - E_i)t'/\hbar}$$

**P2.** (3 pts.) La función de onda $s$ ($l = 0$) de dispersión en un cierto potencial es:

$$r\Psi_{k0}(r) = \sin[kr] + \frac{b^2 - a^2}{b^2 + k^2} \frac{k \sinh(br)\cos(kr) - b\cosh(br)\sin(kr)}{b\cosh(br) + a\sinh(br)}$$

a) Calcular el desfasaje $\delta_0$.

b) Calcule la longitud de dispersión $a_0$ y el rango efectivo $r_0$. Recuerde que: $k\cot(\delta_0) \to -\frac{1}{a_0} + \frac{1}{2}k^2 r_0$ cuando $k \to 0$.

c) Calcule la sección eficaz total en el límite de bajas energías.

**P3.** (3 pts.) Dos partículas idénticas de *spin* 1/2 se mueven en un potencial armónico de frecuencia $w$, con autofunciones $\phi_n(x) =< x|n >$ y autoenergías $E_n = \hbar w(n + 1/2)$.

a) Para el estado fundamental escriba la función de onda espacial $\psi(x_1, x_2)$ y determine su energía.

b) Repita el item del punto anterior para el primer estado excitado cuando las partículas se encuentran en el estado singlete de spin y en el caso en que se encuentren en el estado triplete de spin.

c) Suponga ahora que las partículas interactúan entre sí a travéz de la interacción: $V(x_1, x_2) = \lambda(x_1 - x_2)^2$. Calcule la correción en primer orden de la teoría de perturbaciones a la energía del estado fundamental y del primer estado excitado, tanto para el caso singlete como para el triplete.