

# Mecánica Cuántica II

## Tarea 2

Profesor: Fernando Lund      Auxiliar: Sebastián Díaz

19/08/2008

### Problema 1

Considere una partícula con carga  $q$  y masa  $m$  en un potencial armónico unidimensional con frecuencia  $\omega$ . Suponga además que se activa un campo eléctrico débil  $E$ , de tal forma que la energía potencial es modificada por  $H' = -qEx$ .

- Muestre que no existe una corrección a primer orden de los niveles de energía, y calcule la corrección a segundo orden.
- En este caso, la ecuación de Schrödinger se puede resolver exactamente utilizando el siguiente cambio de variables:  $x' \equiv x - (qE/m\omega^2)$ . Encuentre las energías exactas, y muestre que son consistentes con la aproximación realizada en la teoría perturbativa.

### Problema 2

Considere una partícula con spin  $1/2$  que se encuentra confinada en el potencial de un oscilador armónico tridimensional con frecuencia  $\omega$ . El estado fundamental del Hamiltoniano  $H_0$  y la interacción con el spin son:

$$\begin{aligned} H &= H_0 + H' \\ H_0 &= \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 r^2 \\ H' &= \lambda \mathbf{r} \cdot \boldsymbol{\sigma} \end{aligned}$$

donde  $\lambda$  es una constante y  $\boldsymbol{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$  son las matrices de Pauli. No considere la interacción spin órbita. Use teoría de perturbaciones para calcular el cambio en la energía del estado fundamental a orden  $O(\lambda^2)$ .

### Problema 3

Considere un átomo hidrogenoide (positronio) compuesto por un electrón y un positrón (misma masa, carga opuesta). Calcule:

- (a) La energía del estado fundamental y de los estados con  $n = 2$
- (b) El efecto de la energía cinética relativista y el acoplamiento spin órbita.
- (c) La estructura hiperfina del estado base.

Compare sus resultados con los del átomo de hidrógeno y explique las diferencias más relevantes.

**Entrega: jueves 28 de Agosto en Secretaría Docente de Física (donde Susana) antes de las 18:00. Se bajará un punto por cada día de atraso.**