FÍSICA CUÁNTICA. Primer examen parcial. 29/5/2003.

---

1. Calcular $\langle S_x \rangle$ y $(\Delta S_x)^2 \equiv \langle S_x^2 \rangle - \langle S_x \rangle^2$ en el siguiente estado de una partícula de espín 1/2

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(e^{i\phi/2} |\frac{1}{2}\rangle + e^{-i\phi/2} | -\frac{1}{2}\rangle \right)$$

donde ϕ es una fase real. $|\pm\frac{1}{2}\rangle$ son las autofunciones de S_z con autovalor $\pm\hbar/2$ respectivamente.
(2.5 puntos)

---

2. La función de onda de un átomo hidrogenoideo (la carga del núcleo es $+Z|e|$ y el átomo solo tiene un electrón) es $\psi(\boldsymbol{r}) = C \exp(-r/a)$, donde $a = a_0/Z$, siendo a_0 el radio de Bohr del átomo de hidrógeno.

- Calcular la constante de normalización C.
- Si $A = 173$ y $Z = 70$, ¿cuál es la probabilidad de que el único electrón esté en el núcleo? Asumir que el radio del núcleo es $1.2 \times A^{1/3}$ fm.
- ¿Cuál es la probabilidad de que el el electrón se encuentre en la región $x > 0, y > 0, z > 0$?

(2.5 puntos)

---

3. Un electrón de masa m se encuentra en un pozo cuadrado tridimensional de paredes infinitas de anchura a ($x, y, z \in (0, a)$) y su energía es $\frac{3\pi^2\hbar^2}{ma^2}$. Un campo eléctrico en la dirección z y de intensidad $\mathcal{E}$ se aplica al sistema: la perturbación es $W = e\mathcal{E}z$. Calcular en primer orden de teoría de perturbaciones la nueva energía del electrón.
(2.5 puntos)

---

4. El primer estado excitado del Magnesio tiene la configuración $(3s, 3p)$ para los electrones de valencia. ¿Qué valores de L y S son posibles? Si las funciones de onda de un electrón en los orbitales $3s$ y $3p$ son $\phi_{3s}(\boldsymbol{r})$ y $\phi_{3p}(\boldsymbol{r})$ respectivamente, escribir todas las posibles funciones de onda espaciales del estado excitado. ¿Cuál tendrá mínima energía?.
(2.5 puntos)
