Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Física Moderna 2.

Prof. **Jesús Marquina.**

Fecha límite de entrega: **15/11/2013.**

Tarea 1

1. En los átomos hidrogenoides el valor medio de r esta dado por

$$\bar{r} = \frac{n^2 a_0}{Z}\left\{1 + \frac{1}{2}\left[1 - \frac{l\,(l+1)}{n^2}\right]\right\}.$$

Calcular $\bar{r}$ para todos los estados con $n = 1, 2$ y 3. Comparar estos valores con los radios de Bohr correspondientes. Utilizando $\bar{r}$ como medida del tamaño de la orbita, disponer de los estados nl en orden creciente de distancia promedio al núcleo.

2. Expresar los operadores $\hat{L}_x$ y $\hat{L}_y$ en coordenadas esféricas. Empleando estas expresiones y la ecuación

$$\hat{L}_Z = -i\hbar\frac{\partial}{\partial\phi},$$

obtener la siguiente expresión

$$\hat{L}^2 = -\hbar^2\left[\frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}\left(\sin\theta\frac{\partial}{\partial\theta}\right) + \frac{1}{\sin^2\theta}\frac{\partial^2}{\partial\phi^2}\right].$$

3. Las funciones de onda radiales del átomo de hidrógeno están dadas por

$$R_{nl}\,(r) = N_{nl}e^{-\rho/2}\rho^l L_{n+l}^{2l+1}\,(\rho)\,,$$

donde $\rho = 2Zr/na_0$, los L_t^s son los *polinomios asociados de Laguerre* definidos por

$$L_t^s\,(\rho) = \frac{d^s}{d\rho^s}\left[L_t\,(\rho)\right],$$

con

$$L_t\,(\rho) = e^{\rho}\frac{d^t}{d\rho^t}\left[\rho^t e^{-\rho}\right],$$

y N_{nl} es la constante de normalización dada por

$$N_{nl} = -\left[\left(\frac{2Z}{na_0}\right)^2\frac{(n-l-1)}{2n\left[(n+l)!\right]^3}\right]^{1/2}.$$

Escribir todas las funciones radiales para $n = 1$, 2 y 3.

4. Podemos determinar las funciones de onda del momento angular $Y_{lm}\,(\theta,\phi)$ usando la expresión $Y_{lm}\,(\theta,\phi) = N_{lm}P_l^m\,(\cos\theta)\,e^{im\phi}$, donde

$$N_{lm} = \sqrt{\frac{2l+1}{4\pi}\frac{(l-|m|)!}{(l+|m|)!}}$$

es la constante de normalización y $P_l^m\,(\xi)$ es la *función asociada de Legendre* definida por

$$P_l^{|m|}\,(\xi) = (-1)^{(m+|m|)/2}\left(1-\xi^2\right)^{|m|/2}\frac{d^{|m|}P_l\,(\xi)}{d\xi^{|m|}}$$

y

$$P_l\,(\xi) = \frac{1}{2^l l!}\frac{d^l}{d\xi^l}\left(\xi^2-1\right)^l$$

son los *polinomios de Legendre*. Escribir las funciones angulares para $l = 0$, 1 y 2.

5. El estado fundamental del litio tiene la configuración electrónica 1s^{2}2s. Escribir en forma de determinante la función de onda de ese estado (orbital-espín) cuando $M_s = m_{s_1} + m_{s_2} + m_{s_3} = +\frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = +\frac{1}{2}$.