Fundamentos de Espectroscopia
Departamento de Física – FBCB Primer Parcial 28/9/11

Problema 1
Una partícula libre moviéndose sin restricciones en el eje x está representada por la función $\varphi=Ae^{ikx}$.
a) La ecuación de Schrodinger independiente del tiempo se puede escribir como: $\mathscr{H}\varphi= E\varphi$. En este caso el $\mathscr{H} = -(\hbar^2/2m)d^2/dx^2$ ¿qué energía se está considerando?
b) Verifique que la función propuesta es autofunción del $\mathscr{H}$ del sistema y calcule el autovalor de energía.
c) ¿Está cuantizada la energía? Justifique.
d) Verifique que la función propuesta es también autofunción del operador cantidad de movimiento $p=(\hbar/i)d/dx$ y calcule el valor observable
e) Calcule la densidad de probabilidad y explique por qué era esperable este resultado a partir de lo calculado en d)

Problema 2
Una partícula de masa m confinada en una caja unidimensional de ancho L y paredes infinitas está representada por la función $\varphi_n = (2/L)^{1/2}\text{sen}(n\pi/L)x$ y sus autovalores son $E_n=n^2h^2/8mL^2$
a) ¿Está cuantizada la energía? Justifique e indique qué valores puede tomar n.
b) Realice un gráfico en el que represente los 3 primeros niveles de energía. Calcule la diferencia de energía entre dos niveles consecutivos ¿están equiespaciados?
c) Explique cómo varía la expresión obtenida en b) con el aumento de L y con el aumento de n

Si se considera ahora la partícula confinada en una caja rectangular de lados L_1 y L_2
d) Exprese el autovalor de energía y la expresión de la autofunción para $n_x=1$ y $n_y=2$.

Problema 3
Los niveles de energía permitidos para una partícula de masa m con un movimiento armónico de constante k son $E_v = (v+1/2)\hbar\omega$ donde v = 0,1,2….. y $\omega = (k/m)^{1/2}$
a) Grafique los 3 primeros niveles de energía. Calcule la diferencia de energía entre dos niveles consecutivos ¿están equiespaciados?
b) Analice cómo cambia la diferencia de energía entre dos niveles consecutivos con el aumento de la fuerza elástica y con el aumento de la masa de la partícula.

Problema 4
Una partícula de masa m moviéndose sobre una circunferencia de radio r en el plano xy (rotor rígido en un plano) está representada por la función $\varphi = (1/2)^{1/2}e^{i\, ml\, \phi}$ y sus autovalores de energía son $E= \hbar^2 m_l^2/2I$ donde $m_l = 0, \pm1, \pm2,\ldots$ e $I = mr^2$
a) Calcule la diferencia de energía entre dos niveles consecutivos y analice cómo cambia la diferencia de energía entre dos niveles consecutivos con el aumento del momento de inercia de la partícula.
c) La función propuesta en es autofunción de la componente z del operador cantidad de movimiento angular $l_z=(\hbar/i)d/d\phi$ Calcule el autovalor (observable) e indique cómo se interpreta

Si la partícula de masa m se mueve ahora sobre una esfera de radio r en el espacio las autofunciones que los representan son los armónicos esféricos y los valores de energía permitidos son $E= l(l+1)\hbar^2/2I$. El módulo del momento angular es $[l(l+1)]^{1/2}\hbar$ y su proyección sobre el eje z es $m_l\hbar$.
d) Explique qué entiende por cuantización espacial e indique los valores que pueden tomar los números cuánticos

Problema 5
Si analizamos el movimiento interno del electrón con respecto al núcleo, las autofunciones que son solución de la ecuación de Schrödinger tienen una componente radial y una angular
a) ¿Cuáles son los números cuánticos que las definen y qué valores pueden tomar?
b) Indique cuales son los orbitales correspondientes a los estados |2,0,0> y |3,1,0> ¿a qué capa pertenecen? Represéntelos en un esquema.
c) ¿Cuántos números cuánticos identifican completamente el estado de un electrón? Explique que indica cada uno.