Escuela Politécnica Superior

Francisco Gálvez Ramírez
Máster de Computación Cuántica
Fundamentos Físico-Matemáticos

Computación Cuántica

Fundamentos Físico Matemáticos – Física Cuántica
Cuaderno de Ejercicios

Versi ón	Fecha	Motivo de modificación	Elaboración	Revisión	Aprobación
1.0	nov-2021	Versión inicial			

GLOBAL CAMPUS NEBRIJA

Teoría Cuántica Antigua

Ejercicio 1

Aplicando la Ley del desplazamiento de Wien, calcúlese las longitudes de onda de mayor energía a la temperatura de:

a) 10^6 K

b) 10^3 K

Ejercicio 2

Las estrellas enanas blancas tienen una temperatura superficial de unos 10^4 K ¿Cuál es la longitud de onda máxima $\lambda_{máx}$ correspondiente a esa temperatura según la ley de Wien?

Ejercicio 3

El sol tiene su máxima emisión de energía a una longitud de onda de $4{,}75 \cdot 10^{-7}$ m. Considerando que el espectro de radiación del sol es como el de un cuerpo negro. Calcular la temperatura en la superficie del sol.

Ejercicio 4

Explicar en que consiste “La Catástrofe Ultravioleta”.

El Átomo de Bohr

Ejercicio 5

Determinar la energía y la longitud de onda λ de la raya espectral que tiene la longitud de onda más larga de la serie de Lyman.

Ejercicio 6

Haciendo uso de la fórmula de Rydberg obtener las 4 líneas menos energéticas del espectro del átomo de hidrógeno.

Ejercicio 7

Utilizar el átomo de Borh para explicar el principio de correspondencia.

Ejercicio 8

Describir los conceptos de cuantización que aparecen en los postulados de Bohr para explicar el átomo de hidrógeno.

GLOBAL CAMPUS NEBRIJA

Dualidad Onda-Corpúsculo

Ejercicio 9

Una onda electromagnética plana se desplaza en el vacío en el sentido positivo del eje OX, con una frecuencia de 2·108 Hz. Calcular la longitud de onda y el periodo.

Ejercicio 10

Calcular la energía de los fotones correspondientes a los extremos, violeta y rojo, del espectro visible (400nm y 700nm)

Ejercicio 11

Dada una bola de billar de masa 1kg que se mueve con velocidad 0.25 m/s sobre la mesa de juego. Según de Broglie ¿Cuál sería la longitud de onda asociada que llevaría esta bola? ¿Y si en lugar de una bola de billar fuese un electrón?

Ejercicio 12

La ´longitud de onda mínima para arrancar un electrón en una placa de potasio es de 564 nm. Calcular la función del trabajo del Potasio. ¿Cuál es el potencial de detención cuando se ilumina la placa con luz de 400nm?

Ejercicio 13

Describir los siguientes experimentos y explicar cómo contribuyeron al desarrollo de la teoría cuántica

a) El Experimento de Stern-Gerlach.

b) El Efecto Compton.

c) El Efecto fotoeléctrico.

Ejercicio 14

Dadas las funciones

a) $\psi(x) = x$

b) $\phi(x) = e^{-x^2}$

definidas en el intervalo $0 \leq x \leq \infty$. Comprobar si pueden ser funciones de onda.

Ejercicio 15

La función de onda para una partícula confinada en el intervalo $0 \leq x \leq a$ en el estado fundamental es:

$$\psi(x) = \mathrm{A} \cdot \mathrm{sen}\left(\frac{\pi x}{a}\right)$$

donde A es la constante de normalización. Encontrar:

a) Encontrar el valor de A

b) Calcular la probabilidad de que la partícula se encuentre en el intervalo $\frac{a}{2} \leq x \leq \frac{3a}{4}$

Ejercicio 16

Dada una partícula cuya función de onda es de la forma: $\psi(x,t) = \phi(x)\chi(t)$ y sometida a un potencial $V(x)$.

a) Demostrar que la parte temporal es del tipo $\chi(t) = Ae^{i\omega t}$ siendo A una constante.

b) Demostrar que la parte espacial $\phi(x)$ verifica la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo con $E = \hbar\omega$, es decir:

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\phi(x)}{dx^2} + V(x)\phi(x) = \hbar\omega\phi(x)$$

c) Demostrar que la densidad de probabilidad de esta función de onda es independiente del tiempo

Ejercicio 17

Una partícula viene descrita por la siguiente función de onda:

$$\psi(x,t) = \sqrt{\frac{1}{a}}\mathrm{sen}\left(\frac{\pi x}{a}\right)e^{-iE_1 t/\hbar} + \sqrt{\frac{1}{a}}\mathrm{sen}\left(\frac{2\pi x}{a}\right)e^{-iE_2 t/\hbar}$$

Encontrar la corriente de probabilidad para este sistema

Ejercicio 18

Encontrar el valor $\Delta x\Delta p$ para una partícula de masa m que se encuentra confinada en una caja de potencial en su estado fundamental. Su función de onda en estas condiciones es:

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}}\mathrm{sen}\left(\frac{\pi x}{a}\right)$$

Ejercicio 19

La masa de una bala es de 50g y la de un electrón es de 9,1 x 10^{-28}g. Para ambos se mide una velocidad de 300 m/s con una incertidumbre del 0,01%

Calcula la exactitud con la que puede medirse la posición de la bala y la del electrón si tanto velocidad como posición se miden de forma simultánea en el mismo experimento.

Ejercicio 20

Calcular los valores esperados $\langle x \rangle$ y $\langle p \rangle$ para una partícula confinada en una caja unidimensional de longitud $0 \leq x \leq a$ que se encuentra en su estado fundamental descrito por la función de onda:

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \mathrm{sen}\left(\frac{\pi x}{a}\right)$$

Ejercicio 21

Hallar el valor esperado de la posición de un oscilador armónico cuántico en el estado fundamental.