

Mecánica Cuántica

Julio César Gutiérrez Vega

Tarea 3 Sistemas simples en 1D (primera parte)

Fecha límite de entrega: Jueves 10 de febrero de 2011

[22 puntos]

Resuelve los siguientes problemas. Todos los números de los problemas se refieren a la 2da edición del libro de Griffiths.

1. Una partícula atrapada en un pozo de potencial infinito tiene la función de onda inicial

$$\phi(x, 0) = Ax^2(a - x), \quad 0 \leq x \leq a, \quad (1)$$

donde a es la anchura del pozo y A es la constante de normalización.

- a) [4 puntos] Si se hace una medición de energía, ¿cuál es la probabilidad de que el resultado sea el menor estado de energía posible?
- b) [2 puntos] Encuentra la evolución temporal de la función de onda, es decir $\phi(x, t)$.
2. Una partícula de masa m se encuentra confinada en un potencial armónico simple unidimensional de la forma $U(x) = m\omega^2 x^2/2$. En $t = 0$ la función de onda de la partícula es proporcional a

$$f(x, 0) \propto \exp\left[-\left(\frac{x+s}{s}\right)^2\right] - 1,5 \exp\left[-\left(\frac{x-s/2}{s}\right)^6\right], \quad s \equiv \sqrt{\frac{2\hbar}{m\omega}}. \quad (2)$$

Tomando los valores $m = 1$, $\omega = 2$, $\hbar = 1$,

- a) [2 puntos] Calcula la constante de normalización de $f(x, 0)$.
- b) [4 puntos] La función $f(x, 0)$ se puede expandir en la base ortonormal de eigenfunciones Hermite-Gaussianas $\phi_n(x)$ del oscilador armónico. Realiza una rutina numérica que calcule los primeros 30 valores de los coeficientes de la expansión y muéstralos en una gráfica. ¿Son suficientes estos 30 valores para sintetizar la función $f(x, 0)$?
- c) [2 puntos] En un proceso de medición, calcula la probabilidad de obtener el estado base del oscilador armónico.
- d) [4 puntos] Realiza una rutina que calcule la evolución temporal $f(x, t)$. Grafica en un mismo sistema de coordenadas la función $f(x, t)$ para los tiempos $t = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\} / 8 * T$ donde $T = 2\pi/\omega$ es el periodo natural de oscilación.
- e) [4 puntos] Realiza una rutina que calcule y grafique los valores esperados $\langle x \rangle$, $\langle p \rangle$, $\langle x^2 \rangle$, $\langle p^2 \rangle$ en función del tiempo $t \in [0, T]$.

Temas a evaluar en el 1er examen parcial

- Conceptos básicos de la función de onda (Capítulo 1 completo).
- Sistemas mecánicos simples en 1D (Secciones 2.1, 2.2 y 2.3)
- Los conceptos y técnicas de algebra lineal que revisamos en clase no se evalúan explícitamente en el exámen, pero se requieren en la solución de problemas. Por lo tanto se asume que dominan estas técnicas.

Problemas sugeridos del libro de texto (No se entregan)

Capítulo 1: Probs. 9, 15

Capítulo 2: Probs. 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 37, 38, 39, 41, 42

Políticas generales para el exámen

Lugar: Salón de clase A2-416 en el horario normal de clase. Lleguen temprano.

Formulario: Pueden sacar un formulario con las siguientes características:

1. Hoja carta blanca por un solo lado. El otro lado debe estar limpio.
2. Escrito con tinta (no lapiz).
3. Pueden incluir cualquier ecuación de física y matemáticas.
4. Debe tener su nombre en la parte de arriba.
5. No debe incluir: Problemas resueltos, dibujos, texto explícito.
6. El formulario se entrega junto con el examen (no me lo quedo, se los regresaré junto con el exámen).

Material extra durante el examen:

1. Excepto el formulario, no se permite sacar ningún otro tipo de material escrito durante el examen.
2. Pueden usar calculadora durante el exámen (aunque no es realmente necesaria).
3. Calculadora, formulario, lápices, plumas, borradores son estrictamente personales e intrasferibles durante el examen.