

Física moderna/Introducción a la estructura de la materia:
Examen Julio 2013

Criterios evaluación: Los puntos indican la valoración máxima de cada ejercicio. El planteamiento de cada solución debe incluir una breve explicación o justificación de las fórmulas o ecuaciones empleadas. Los resultados numéricos finales deben incluir sus unidades.

1. (25 puntos) En un proceso nuclear de alta energía, un átomo de uranio ($Z = 92$) ha perdido todos sus electrones. A continuación, ha atrapado un electrón que se encontraba en reposo, por tanto, se puede considerar que es un átomo hidrogenoide.

- (a) ¿El átomo generado al atrapar el electrón en reposo tiene una energía mayor o menor que las dos partículas por separado? En el proceso de captación del electrón, ¿cuáles pueden ser los valores de la energía del fotón emitido/absorbido?
- (b) Si la energía del fotón emitido o absorbido es la máxima posible, ¿cuál es el radio de la órbita del electrón en el átomo formado?

2. (25 puntos) Considerar una partícula de masa m en un pozo de potencial infinito ($0 < x < a$), cuyos auto-estados vienen dados por las funciones $\phi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin(n\pi x/a)$, con energías $E_n = n^2 E_1$. En el instante $t=0$, el estado normalizado de la partícula vienen descrito por la función de onda:

$$\Psi(x) = \frac{1}{2} \phi_1(x) + iA\phi_2(x)$$

donde i es el número complejo y A es un número positivo real.

- (a) Calcular A .
- (b) Calcular la expresión para la función de onda en un instante $t > 0$.
- (c) Calcular el valor esperado de la energía de la partícula. Si se repite muchas veces la medida de la energía del sistema, ¿qué valores se obtienen y en qué proporciones?
- (d) ¿Cuál es la probabilidad de que la partícula se encuentre en el estado fundamental?
3. (20 puntos) En un gas de átomos de hidrógeno, la energía cinética promedio de los átomos es de 1 eV. Los niveles de energía de los átomos vienen dados por $E_n = -\alpha/n^2$, donde n indica el nivel, $\alpha = 13.6\text{eV}$, y tienen una degeneración $g = 2n^2$.
- (a) Calcular la ratio de átomos en el segundo nivel excitado respecto a los que se encuentran en el nivel fundamental.
- (b) ¿Para qué temperatura la fracción de ocupación entre el segundo nivel y el fundamental es 0.1?
4. (30 puntos) Considerar un sistema de 2 partículas idénticas que pueden encontrarse en estados de energía de valor 0, ϵ y 2ϵ , el primero de ellos con degeneración $g=2$. El sistema se encuentra en equilibrio a la temperatura T . Para cada uno de los siguientes tipos de partículas, calcular el número de configuraciones posibles del sistema, obtener la función de partición y la energía del sistema.
- (a) Partículas clásicas distinguibles que obedecen la estadística de M-B
- (b) Partículas que obedecen la estadística de F-D
- (c) Partículas que obedecen la estadística de B-E