

## **Práctica 1: Radiación de cuerpo negro, Efectos fotoeléctrico y Compton. Átomo de Bohr. Rayos X**

**Resumen:** En esta práctica abordaremos conceptos básicos relacionados a radiación de cuerpo negro, efectos fotoeléctrico y Compton, el átomo de Bohr y rayos X. Estos conceptos son fundamentales para la comprensión de la Física Nuclear y sus potenciales aplicaciones en medicina, ya que incluyen conceptos básicos del origen de las radiaciones y su interacción con la materia, procesos fundamentales para métodos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

### **Espectros continuos: Radiación de cuerpo negro**

1. Hallar el valor de la longitud de onda donde se produce la máxima emisión del cuerpo negro a: a)  $T = 3 \text{ K}$ , b)  $T = 300 \text{ K}$  c)  $T = 3000 \text{ K}$ .
2. Si se duplica la temperatura en escala Kelvin de un cuerpo negro: a) ¿cuál es el factor de aumento de la potencia total emitida? b) ¿cuál es el factor de aumento del máximo de la emitancia espectral de radiación?
3. La temperatura de un cuerpo negro se eleva por calentamiento desde  $1500 \text{ K}$  hasta  $4000 \text{ K}$ . a) ¿Cuántas veces aumenta la potencia total emitida? b) ¿Qué variación experimenta la longitud de onda correspondiente al máximo de la emitancia espectral de radiación? c) ¿Cuántas veces aumenta el valor del máximo de emitancia espectral de radiación?
4. Tratando el Sol como un cuerpo negro ( $6000 \text{ K}$ ), estimar la intensidad de la radiación solar incidente sobre la Tierra ( $R_{\text{Sol}} = 7 \cdot 10^8 \text{ m}$ ,  $R_{\text{órbita terrestre}} = 1.5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ ).

### **Efecto fotoeléctrico**

5. Enuncie algunos aspectos del fenómeno que no pueden explicarse con la teoría clásica.
6. El umbral fotoeléctrico de cierto metal es  $275 \text{ nm}$ . Hallar: a) el trabajo necesario, en eV para arrancar un electrón de ese metal, b) la velocidad máxima de los electrones arrancados por radiación de  $180 \text{ nm}$ , c) la diferencia de potencial necesaria para detenerlos.
7. a) Hállese la energía en Joule asociada a un fotón de  $\lambda = 600 \text{ nm}$  b) Calcular en Joule, el trabajo de extracción de una superficie foto emisora, si la longitud de onda umbral para esa superficie es  $\lambda_{\text{umbral}} = 580 \text{ nm}$  c) A qué diferencia de potencial tendría que ser acelerado un electrón para adquirir la energía indicada en la parte a)
8. Cuando incide sobre una superficie emisora luz de  $\lambda = 254 \text{ nm}$ , abandonan la superficie fotoelectrones que alcanzan velocidades de hasta  $10^6 \text{ m/seg}$ . a) ¿Cuál será el trabajo de extracción de la superficie emisora? b) ¿Cuál es la longitud de onda más larga que puede expulsar electrones de la superficie?
9. Justificar si es verdadero o falso, que en el efecto fotoeléctrico,
  - a) La corriente es proporcional a la intensidad de la luz incidente.
  - b) La función trabajo de un metal depende de la frecuencia de la luz incidente.
  - c) La máxima energía cinética de los electrones emitidos varía linealmente con la frecuencia de la luz incidente.
  - d) La energía de un fotón es proporcional a su frecuencia.
10. Analizar si en el efecto fotoeléctrico, el número de electrones emitidos por segundo es
  - a) Independiente de la intensidad de la luz incidente
  - b) Proporcional a la intensidad de la luz incidente.
  - c) Proporcional a la función trabajo de la superficie expuesta.
  - d) Proporcional a la frecuencia de la luz incidente.

## Dispersión Compton

11. Rayos x son dispersados por un electrón libre (masa  $m$ ) en reposo. La longitud de onda del fotón dispersado es  $\lambda'$ , y la rapidez final del electrón golpeado es  $v$ . a) ¿Cuál es la longitud de onda  $\lambda$  inicial del fotón? Expresar su respuesta en función de  $\lambda'$ ,  $v$  y  $m$ . (Sugerencia: use la ecuación relativista de la energía cinética del electrón). b) ¿En qué ángulo  $\theta$  se dispersó el fotón? c) Evalúe sus resultados de los incisos a) y b) para una longitud de onda de  $5.10^{-3}$  nm para el fotón dispersado y una rapidez final del electrón de  $1.8 \times 10^8$  m/s. Expresar  $\theta$  en grados.

12. Un fotón con longitud de onda de 0.11 nm choca con un electrón libre que inicialmente está en reposo. Después del choque, su longitud de onda es de 0.1132 nm. a) ¿Cuál es la energía cinética del electrón después del choque? ¿Cuál es su rapidez? b) Si de repente se frena el electrón (por ejemplo, en un blanco sólido), se usa toda su energía cinética en la creación de un fotón. ¿Cuál es la longitud de onda de ese fotón?

13. a) Calcule el aumento máximo en la longitud de onda de un fotón que puede ocurrir en una dispersión de Compton. b) ¿Cuál es la energía, en electrón volts, del fotón de rayos x de energía mínima para el cual la dispersión de Compton podría causar que la longitud de onda original aumentara al doble?

## Átomo de Bohr

14. a) Calcule cuál es el radio de la primera órbita del electrón que gira alrededor de un núcleo del átomo de hidrógeno según el modelo de Bohr. B) Determine la velocidad con que el electrón se mueve en esta órbita. C) Calcule la energía total del electrón en la segunda órbita del átomo de Bohr.

15. Calcular las longitudes de onda, mínima y máxima, de las líneas espectrales del átomo de hidrógeno en la parte visible del espectro.

16. El electrón del átomo de hidrógeno salta de la tercera órbita a la segunda. a) Calcular la longitud de onda del fotón emitido. b) Calcular la disminución de la energía del átomo.

17. Calcular la longitud de onda máxima de la serie ultravioleta del espectro de átomo de hidrógeno

18. La serie de Balmer de la emisión del hidrógeno corresponde a transiciones electrónicas que terminan en  $n=2$ . ¿Cuál es la longitud de onda más corta de las emisiones que corresponden a la serie de Balmer?

## Rayos X

19. Electrones son acelerados en un tubo de rayos x mediante una diferencia de potencial de 10.0 kV. Si un electrón produce un fotón al chocar con el blanco (o ánodo), ¿cuál es la longitud de onda mínima de los rayos x resultantes? Contestar tanto en unidades del SI como en electrón volts.

20. a) ¿Cuál es la diferencia de potencial mínima entre el filamento y el blanco de un tubo de rayos x, si se deben producir rayos x de 0.150 nm de longitud de onda? b) ¿Cuál es la longitud de onda mínima que se produce en un tubo de rayos x que funciona a 30.0 kV?

21. Se producen rayos x en un tubo que trabaja a 18.0 kV. Después de salir del tubo, los rayos x con la longitud de onda mínima producida llegan a un blanco y se dispersan por efecto Compton en un ángulo de  $45.0^\circ$ . a) ¿Cuál es la longitud de onda del rayo x original? b) ¿Cuál es

la longitud de onda de los rayos x dispersados? c) ¿Cuál es la energía de los rayos x dispersados (en electrón volts)?

22. Unos rayos x con longitud de onda inicial de 0.0665 nm sufren dispersión de Compton. ¿Cuál es la máxima longitud de onda que se encuentra en los rayos x dispersados? ¿A qué ángulo de dispersión se observa esa longitud de onda?

## Rayos X característicos

23. Se mide la longitud de onda  $K_\alpha$  de un elemento desconocido, y se obtiene el valor 0.0709 nm. ¿Cuál es el elemento?

24. Un rayo x,  $K_\alpha$  se emite de una muestra, y tiene 7.46 keV de energía. ¿De qué elemento es la muestra?

25. Calcule la frecuencia, energía (en keV) y longitud de onda del rayo x,  $K_\alpha$  para los elementos a) calcio (Ca,  $Z=20$ ); b) cobalto (Co,  $Z=27$ ); c) cadmio (Cd,  $Z=48$ ).