PROBLEMAS DE FÍSICA CUÁNTICA. Curso 2002/2003 **Hoja 2**

1. El potencial de frenado para fotoelectrones emitidos desde una superficie iluminada con luz de longitud de onda $\lambda = 4910$ Å es 0.71 V. Cuando se cambia la longitud de onda incidente se encuentra que el potencial de frenado es 1.43 V. ¿Cuál es la nueva longitud de onda? ¿Cuánto vale la función trabajo del metal?

2. Una fuente de radiación ultravioleta de 40 W de potencia y de longitud de onda de 248 nm ilumina una superficie de magnesio desde una distancia de 2 m. Hallar el número de fotones emitidos por la fuente por segundo y el número de los que inciden sobre la superficie de magnesio por unidad de área y por unidad de tiempo. La función de trabajo para el magnesio es 3.68 eV. Calcular la energía cinética del electrón más rápido emitido desde la superficie. Determinar cuál es la longitud de onda mayor para la cual el efecto fotoeléctrico puede ser observado en la superficie de magnesio.

3. La radiación emitida por un cuerpo negro a 500 K incide sobre una superficie metálica cuya función de trabajo es 0.214 eV. Determinar la longitud de onda para la cual la radiancia espectral es máxima y determinar cuál es la longitud de onda más larga que es capaz de extraer electrones de la superficie. ¿Qué porción de la radiancia total es efectiva para producir fotoelectrones? Expresar el resultado en términos de una integral adimensional sobre la distribución de Planck.

4. Demostrar que en el efecto Compton se tiene que $\cot\frac{\theta}{2} = \left(1 + \frac{\lambda_C}{\lambda_0}\right)\tan\varphi$, donde λ_C es la longitud de onda de Compton, la longitud de onda incidente es λ_0, el ángulo de dispersión del fotón es θ y el ángulo de dispersión del electrón es φ.

5. Expresa la energía cinética del electrón dispersado en el efecto Compton, K, en función de la energía del fotón incidente, Q, y del ángulo de dispersión de éste último.

6. ¿A qué ángulo debe ser dispersado un fotón de 0.20 MeV por un electrón libre para que pierda un 10% de su energía inicial?

7. Al irradiar una sustancia con rayos X monocromáticos duros se encuentra que la energía cinética máxima de los electrones dispersados por efecto Compton es $K_{\max} = 0.440$ MeV. Determinar la longitud de onda de la radiación incidente.

8. Un electrón de 20 KeV emite *dos* fotones de radiación de frenado al sufrir dos desacelaraciones sucesivas, antes de detenerse. La longitud de onda del segundo fotón es 1.30 Å más larga que la del primero. (a) ¿Cuál era la energía del electrón después de la primera desaceleración? (b) ¿Cuál es la longitud de onda de los dos fotones?

9. Un rayo γ puede producir un par electrón-positrón tanto en vecindades de un electrón en reposo como en las de un núcleo. Demostrar que en el primer caso la energía umbral es $4m_0c^2$, siendo m_0 la masa del electrón. (Sugerencia: no despreciar el retroceso del electrón original y suponer que las tres partículas se mueven juntas. También, usar el sistema de referencia del centro de masas). Obtener la fórmula de la energía umbral cuando el par se produce en las vecindad de una partícula de masa M.

10. Un par electrón-positrón se produce de modo que el positrón está en reposo y el electrón tiene una energía cinética de 1.0 MeV moviéndose en la dirección de vuelo del fotón productor. (a) Despreciando la energía transferida al núcleo del átomo cercano, encontrar la energía del fotón incidente. (b) ¿Qué porcentaje del impulso del fotón se transfiere al núcleo? (c) Suponer que el par electrón-positrón se ha producido en la vecindad de un átomo de carbono. Hacer una estimación de su energía cinética. ¿Es realmente despreciable? (d) Sin despreciar ahora la energía transferida al núcleo de carbono, resolver nuevamente los apartados (a) y (b).

11. Considérese un proceso de aniquilación electrón-positrón observado desde un sistema de referencia que se mueve con velocidad v respecto al par. Probar que las longitudes de onda de los dos fotones creados son $\lambda = \lambda_C\sqrt{(c \mp v)/(c \pm v)}$. (Efecto Doppler longitudinal relativista.)

12. Demuestra que la longitud de atenuación (espesor de la placa que atenúa la intensidad del haz incidente en un factor e) es justamente igual a la distancia promedio que un fotón viaja antes de ser dispersado o absorbido.

13. Una fuente de luz monocromática ilumina dos placas metálicas idénticas de área A, una de las cuales se acerca a la fuente con velocidad v. Halla la relación entre las energías que reciben ambas placas por unidad de tiempo en sus sistemas de referencia respectivos. Si la función trabajo es w_0, ¿ Cuál sería la frecuencia de corte para el efecto fotoeléctrico de la placa en movimiento de acuerdo con el observador en el sistema de referencia del laboratorio ?