

1. Un tubo de rayos X utilizado en un hospital opera con 100kV. La energía de los electrones acelerados por el voltaje se convierte en radiación de rayos X al impactar un blanco de Tungsteno. Determine:
 - (a) Calcule la energía de los electrones en el tubo de rayos X al ser acelerados por un potencial de 100kV.
 - (b) Determine la longitud de onda mínima de los rayos X generados por este tubo de rayos X.
 - (c) Estos rayos X inciden sobre un tejido con átomos de calcio (con una función de trabajo de 2,9eV). Determine si los rayos X pueden generar ionización del tejido por efecto fotoeléctrico. Si es así, calcula energía cinética máxima de los electrones emitidos

Res:

- (a) La energía cinética de los electrones viene dada de multiplicar el voltaje que se aplica por su carga elemental ($e = 1,602 \times 10^{-19}C$)

$$E_k = e \times V = (e)(100 \times 10^3V) = 100 \times 10^3eV = -1,602 \times 10^{-14}J$$

Por lo tanto, la energía de los electrones en el tubo de rayos X es de 100keV.

- (b) Para determinar la longitud de onda mínima, se relaciona esta con la energía cinética calculada a través de la ecuación de Planck.

$$E_k = h\nu \therefore E_k = \frac{hc}{\lambda} \therefore \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E_k} = \frac{(4,135667696 \times 10^{-15}eVs)(299792458ms^{-1})}{100 \times 10^3eV} = 12,3984 \times 10^{-12}m$$

Finalmente, la longitud de onda mínima para los rayos X generados por este tubo es de 12,3984pm.

- (c) Los rayos X generados pueden ionizar el tejido, pues tienen una energía cinética mayor a la función de trabajo del calcio ($100 \times 10^3eV > 2,9eV$). Para determinar la energía cinética máxima de los electrones emitidos, se resta la de los electrones por la función de trabajo.

$$E_{ke} = E_k - \phi = 100 \times 10^3eV - 2,9eV = 99,9971 \times 10^3eV$$

Con lo que los electrones emitidos tendrán una energía cinética máxima de 99,9971KeV.

2. En un equipo de resonancia magnética utilizado en un hospital, se emplea un campo magnético de 3 Tesla para la obtención de imágenes. Determine:
- La frecuencia de precesión de los protones del átomo de hidrógeno en el cuerpo humano.
 - Determina la energía de los fotones que son absorbidos y emitidos durante la transición de espines de los protones en este campo magnético.
 - Determine si esta radiación puede ionizar los átomos de calcio (con una función de trabajo de 2,9eV).
 - Determine si esta radiación puede excitar los electrones en el átomo de hidrógeno ($E_n = -R_H \frac{1}{n^2}$)

Res:

- (a) Se utiliza la ecuación de Larmor para encontrar la frecuencia, conociendo la constante girmagnética del hidrógeno ($\gamma = 267,52219 \times 10^6 \frac{rad}{sT}$):

$$\Delta E = h\nu = \frac{h\gamma B_0}{2\pi} \therefore \nu = \frac{\gamma B_0}{2\pi} = \frac{(267,52219 \times 10^6 \frac{rad}{sT})(3T)}{2\pi} = 127,7324 \times 10^6 Hz$$

Por lo que la frecuencia de precesión es de 127,7324MHz.

- (b) Conociendo la frecuencia anterior, es posible determinar el ΔE necesario para la transición de espines:

$$\Delta E = h\nu = (4,135667696 \times 10^{-15} eVs)(127,7324 \times 10^6 Hz) = 528,2588 \times 10^{-9} eV$$

Por lo que la energía de los fotones absorbidos y emitidos durante la transición es de 528,2588 neV.

- (c) Esta radiación no puede ionizar los átomos de calcio, pues su función de trabajo es mucho mayor que la energía de los fotones emitidos durante la transición ($84,0798 \times 10^{-9} eV < 2,9 eV$)
- (d) Para determinar si puede excitar los electrones en el átomo de hidrógeno, primero se calcula esta energía de excitación, conociendo la constante de Rydberg para el átomo de hidrógeno ($R_H = 13,6057 eV$), y considerando que un átomo de hidrógeno solo tiene un nivel energético en su estado fundamental, por lo que la energía de excitación sera la necesaria para pasar de este primer nivel al segundo nivel.

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right) = (13,6057 eV) \left(\frac{1}{4} - 1 \right) = -10,2043 eV$$

Por lo que se requieren 10,2043eV para excitar los electrones en el átomo de hidrógeno, una cantidad mucho mayor que la emitida por los fotones ($528,2588 \times 10^{-9} eV$). Por lo tanto, la radiación no puede excitar los electrones en el átomo de hidrógeno.