

1. Radiación electromagnética

¿Cuántos minutos le llevaría a una onda de radio viajar del planeta Venus a la Tierra?
La distancia promedio de Venus a la Tierra es de 28 millones de millas.

Solución:

Una onda de radio es una onda electromagnética, la que viaja a la velocidad de la luz. La velocidad de la luz está en unidades de m/s, por lo que hay que convertir la distancia desde millas a metros ($28 \text{ millones mi} = 2,8 \times 10^7 \text{ mi}$)

$$? \text{ distancia (m)} = (2,8 \times 10^7 \text{ mi}) \times \frac{1,61 \text{ km}}{1 \text{ mi}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 4,5 \times 10^{10} \text{ m}$$

Ahora, se puede usar la velocidad de la luz como un factor de conversión para convertir de metros a segundos ($c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$).

$$? \text{ min} = (4,5 \times 10^{10} \text{ m}) \times \frac{1 \text{ s}}{3,00 \times 10^8 \text{ m}} = 1,5 \times 10^2 \text{ s} = 2,5 \text{ min}$$

2. Efecto fotoeléctrico

El color azul del cielo se debe a la dispersión de la luz solar por las moléculas del aire. La luz azul tiene una frecuencia aproximada de $7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

- a) Calcule la longitud de onda asociada a esta radiación.
- b) Calcule la energía, en Joules, de un solo fotón asociado a esta frecuencia.

Solución:

a) Usando la ecuación de la longitud de onda: $\lambda = \frac{c}{\nu}$ se tiene.
Sustituyendo la velocidad de la luz ($3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$) y la frecuencia dada en la ecuación anterior, la longitud de onda es:

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7,5 \times 10^{14} \frac{1}{\text{s}}} = 4,0 \times 10^{-7} \text{ m} = 4,0 \times 10^2 \text{ nm}$$

- b) La ecuación que relaciona la energía y la frecuencia de una onda electromagnética es: $E = h\nu$

Sustituyendo la frecuencia y la constante de Planck ($6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$) en la ecuación anterior, la energía de un solo protón asociado con esa frecuencia es:

$$E = h\nu = (6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \left(7,5 \times 10^{14} \frac{1}{\text{s}} \right) = 5,0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

3. Teoría de Bohr del átomo de hidrógeno

Calcule la longitud de onda (en nm) de un fotón emitido por un átomo de hidrógeno cuando su electrón cae del nivel $n = 5$ al de $n = 3$.

Solución:

En este problema $n_i = 5$ y $n_f = 3$.

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right) = (2,18 \times 10^{-18} \text{ J}) \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{3^2} \right) = -1,55 \times 10^{-19} \text{ J}$$

El signo de ΔE significa que esa energía está asociada con un proceso de emisión.

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(3,00 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{1,55 \times 10^{-19} \text{ J}} = 1,28 \times 10^{-6} \text{ m} = 1,28 \times 10^3 \text{ nm}$$

4. Dualidad onda-partícula

- Los protones pueden acelerarse a velocidades cercanas a la de la luz en los aceleradores de partículas. Estime la longitud de onda (en nm) de un protón que se desplaza a $2,90 \times 10^8 \text{ m/s}$. La masa de un protón es de $1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$.
- ¿Cuál es la longitud de onda de De Broglie, en cm, de un colibrí de 12,4 g que vuela a $1,20 \times 10^2 \text{ mph}$? (1 milla = 1,61 km)

Solución:

- Usando la ecuación de longitud de onda se tiene: $\lambda = \frac{h}{mu}$

$$\lambda = \frac{h}{mu} = \frac{\left(6,63 \times 10^{-34} \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} \cdot \text{s} \right)}{(1,673 \times 10^{-27} \text{ kg})(2,90 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})} = 1,37 \times 10^{-15} \text{ m}$$

Expresando la longitud de onda en nanómetros

$$\lambda = (1,37 \times 10^{-15} \text{ m}) \times \frac{1 \text{ nm}}{1 \times 10^{-9} \text{ m}} = 1,37 \times 10^{-6} \text{ nm}$$

b) Convirtiendo la velocidad a unidades m/s:

$$\frac{1,2 \times 10^2 \text{ mi}}{1 \text{ hr}} \times \frac{1,61 \text{ km}}{1 \text{ mi}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}} = 53,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\lambda = \frac{h}{mu} = \frac{\left(6,63 \times 10^{-34} \frac{\text{kg m}^2}{\text{s}^2} \cdot \text{s}\right)}{(0,0124 \text{ kg})(53,7 \frac{\text{m}}{\text{s}})} = 9,96 \times 10^{-34} \text{ m} = 9,96 \times 10^{-32} \text{ cm}$$

5. Configuración electrónica

a) ¿Cuántos electrones desapareados existen en cada uno de los siguientes átomos?:
B, P, Mn, Kr, Cd, Pb, Ne, Sc, Se, Fe, I

b) El número atómico de un elemento es 73. ¿Los átomos de este elemento, son diamagnéticos o paramagnéticos?

Solución:

a) Para responder esta pregunta se puede escribir la configuración electrónica para cada uno de los elementos.

B: [He]2s²2p¹ (1 electrón desapareado)

P: [Ne]3s²3p³ (3 electrones desapareados)

Mn: [Ar]4s²3d⁵ (5 electrones desapareados)

Kr: (0 electrón desapareado)

Cd: [Kr]5s²4d¹⁰ (0 electrón desapareado)

Pb: [Xe]6s²4f¹⁴5d¹⁰6p² (2 electrones desapareados)

Ne: (0 electrón desapareado) (¿Por qué?)

Sc: [Ar]4s²3d¹ (1 electrón desapareado)

Se: [Ar]4s²3d¹⁰4p⁴ (2 electrones desapareados)

Fe: [Ar]4s²3d⁶ (4 electrones desapareados)

I: [Kr]5s²4d¹⁰5p⁵ (1 electrón desapareado)

b) Debido a que el número es impar, es matemáticamente imposible que todos los electrones estén apareados, por lo que debe haber al menos uno desapareado. Así, el elemento debiera ser paramagnético.

6. Tabla periódica y propiedades periódicas

a) Un átomo neutro de cierto elemento tienen 17 electrones. Sin consultar la tabla periódica:

- escriba la configuración electrónica del estado fundamental del elemento
- clasifique al elemento
- determine si los átomos de dicho elemento son diamagnéticos o paramagnéticos

- b) ¿Cuáles de las siguientes especies son isoelectrónicas entre sí?
C, Cl^- , Mn^{2+} , B^- , Ar, Zn, Fe^{3+} , Ge^{2+} .
- c) Ordene los siguientes átomos, en orden decreciente de radio atómico: Na, Al, P, Cl, Mg.

Solución:

- a) i. Sabemos que para $n=1$, se tiene 1 orbital 1s (2 electrones). Para $n=2$, se tiene 1 orbital 2s (2 electrones) y 3 orbitales 2p (6 electrones). Para $n=3$, se tiene 1 orbital 3s (2 electrones). El número de electrones que falta por ubicar son $17 - 12 = 5$. Esos cinco electrones son ubicados en los orbitales 3p. La configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ o $[\text{Ne}]3s^2 3p^5$.
- ii. Debido a que la subcapa 3p no está completamente llena, es un *elemento representativo*. Sin consultar la tabla periódica, se debiera saber que la familia halógena tiene 7 electrones de valencia. De esta forma, se podría clasificar este elemento como un halógeno. Como agregado, todos los halógenos son no-metales.
- iii. De lo antes dicho, y como se sabe que los 3 orbitales p pueden contener un total de 6 electrones, por lo que queda 1 electrón desapareado. De esta forma, los átomos de este elemento son paramagnéticos.
- b) Dos especies son isoelectrónicas si tienen el mismo número de electrones. ¿Pueden 2 átomos neutros de distintos elementos ser isoelectrónicos?
Son isoelectrónicos entre si:
 C y B^- ; Mn^{2+} y Fe^{3+} ; Ar y Cl^- ; Zn y Ge^{2+} .
- c) Recordando las reglas en la tabla periódica respecto al tamaño atómico:
1. Moviéndose de izquierda a derecha a lo largo de una fila (período) de la tabla periódica, el radio atómico **disminuye**, así como hay un incremento en la carga nuclear efectiva.
 2. Moviéndose hacia abajo en una columna (grupo) de la tabla periódica, el radio atómico **aumenta**, tal como el tamaño del orbital aumenta, con el incremento del principal número cuántico.

Los átomos que se están considerando son todos del mismo período de la tabla periódica. De esta forma, el átomo que esté más a la izquierda tendrá el mayor radio atómico, y el más a la derecha en la fila, tendrá el menor radio atómico. Ordenando en orden decreciente del radio atómico, se tiene:

