

## Características del espectro electromagnético

Nombre del alumno: .....

Fecha: .....

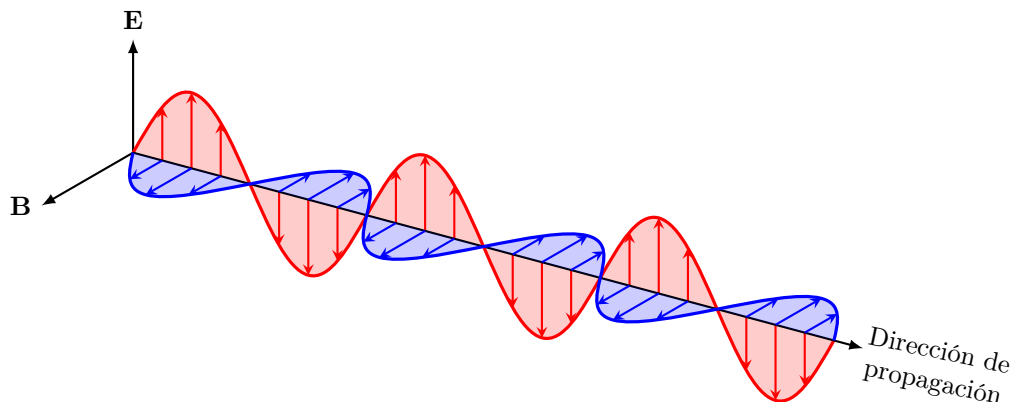
Aprendizajes:

Puntuación:

- Describe la generación, diversidad y comportamiento de las ondas electromagnéticas como resultado de la interacción entre electricidad y magnetismo.

Pregunta	1	2	3	4	5	6	Total
Puntos	30	30	30	25	25	25	165
Obtenidos							

### Onda Electromagnética



#### Frecuencia y longitud de onda

La frecuencia  $f$  de una onda electromagnética es:

$$f = \frac{\nu}{\lambda} \quad \text{y} \quad \lambda = \frac{\nu}{f} \quad (1)$$

donde  $\nu$  es la velocidad de propagación de la onda ( $\nu = 3 \times 10^8$  m/s) y  $\lambda$  la longitud de onda.

#### Energía de una onda

La energía  $E$  asociada a dicha onda es:

$$E = h \times f \quad (2)$$

donde  $h$  se conoce como *constante de Planck* ( $h = 6.626 \times 10^{-34}$  Js).

## Ejemplo 1

Completa la tabla escribiendo los datos que faltan.

Tipo de onda electromagnética	Longitud de onda (m)	Frecuencia (1/s)	Energía (J)
Rayos gamma	$1.2 \times 10^{-11}$	$2.5 \times 10^{19}$	$1.6565 \times 10^{-14}$
Luz visible	$3 \times 10^{-7}$	$1 \times 10^{15}$	$6.262 \times 10^{-19}$
Ondas de radio	$1.5 \times 10^5$	$2 \times 10^3$	$1.3252 \times 10^{-31}$

**Solución:**

Rayos gamma:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{1.2 \times 10^{-11}} = 2.5 \times 10^{19} \text{ 1/s} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 2.5 \times 10^{19} = 1.6565 \times 10^{-14} \text{ J}$$

Luz visible:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1 \times 10^{15}} = 3 \times 10^{-7} \text{ m} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 1 \times 10^{15} = 6.262 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Ondas de radio:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^3} = 1.5 \times 10^5 \text{ m} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 2 \times 10^3 = 1.3252 \times 10^{-31} \text{ J}$$

## Ejercicio 1

30 puntos

Completa la tabla escribiendo los datos que faltan.

Tipo de onda electromagnética	Longitud de onda (m)	Frecuencia (1/s)	Energía (J)
Microondas	$1 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{10}$	$1.98 \times 10^{-23}$
Rayos X	$2 \times 10^{-10}$	$1.5 \times 10^{18}$	$9.939 \times 10^{-16}$
Radiación infrarroja	$8.33 \times 10^{-6}$	$3.6 \times 10^{13}$	$2.3 \times 10^{-20}$

Tabla 1: Comparación entre algunos tipos de ondas electromagnéticas.

**Solución:**

Microondas:

$$f = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{1 \times 10^{-2}} = 3 \times 10^{10} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{10} = 1.98 \times 10^{-23}$$

Rayos X:

$$\lambda = \frac{\nu}{f} = \frac{3 \times 10^{10}}{1.5 \times 10^{18}} = 2 \times 10^{-10} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 1.5 \times 10^{18} = 9.939 \times 10^{-16}$$

Radiación infrarroja:

$$f = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{10}}{8.33 \times 10^{-6}} = 3.6 \times 10^{13} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 3.6 \times 10^{13} = 2.3 \times 10^{-20}$$

## Ejercicio 2

30 puntos

[30] Completa el Cuadro 2 escribiendo los datos que faltan en notación científica.

Tipo de onda electromagnética	Longitud de onda (m)	Frecuencia (1/s)	Energía (J)
Microondas	$2 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{10}$	$9.939 \times 10^{-24}$
Rayos X	$3 \times 10^{-10}$	$1 \times 10^{18}$	$6.626 \times 10^{-16}$
Radiación infrarroja	$6 \times 10^{-6}$	$13.3 \times 10^{13}$	$8.83 \times 10^{-20}$

Tabla 2: Comparación entre algunos tipos de ondas electromagnéticas.

**Solución:**

Microondas:

$$f = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^{-2}} = 1.5 \times 10^{10} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 1.5 \times 10^{10} = 9.939 \times 10^{-24}$$

Rayos X:

$$\lambda = \frac{\nu}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1 \times 10^{18}} = 3 \times 10^{-10} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 1 \times 10^{18} = 6.626 \times 10^{-16}$$

Radiación infrarroja:

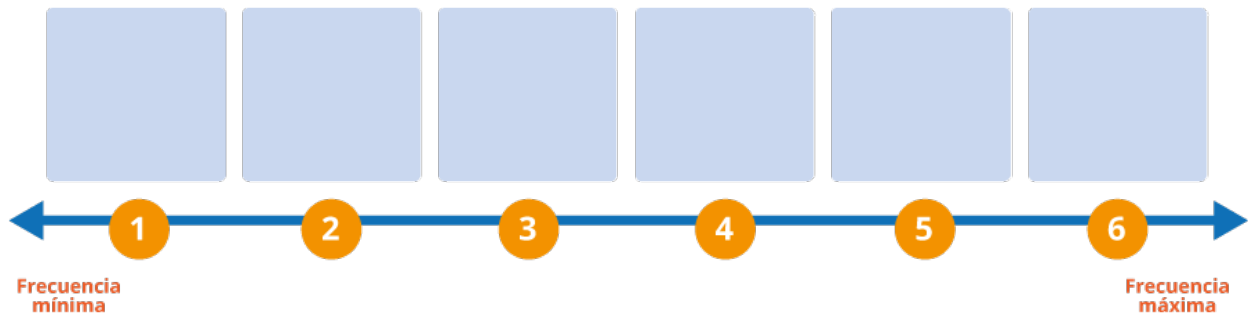
$$f = \frac{\nu}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{-6}} = 13.3 \times 10^{13} \quad E = h \times f = 6.626 \times 10^{-34} \times 13.3 \times 10^{13} = 8.83 \times 10^{-20}$$

## Ejercicio 3

30 puntos

Coloca en orden de menor a mayor los siguientes colores, de acuerdo con el valor de su frecuencia (de izquierda a derecha).

<b>Rojo</b> $E=2.78 \times 10^{-19} \text{ J}$	<b>Anaranjado</b> $\lambda=6.05 \times 10^{-7} \text{ m}$	<b>Amarillo</b> $f=5.2 \times 10^{14} \text{ 1/s}$	<b>Verde</b> $E=3.81 \times 10^{-19} \text{ J}$
	<b>Azul</b> $\lambda=4.7 \times 10^{-7} \text{ m}$	<b>Violeta</b> $f=7.23 \times 10^{14} \text{ 1/s}$	



## Ejercicio 4

25 puntos

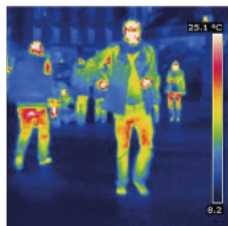
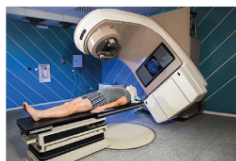
Relaciona el tipo de onda electromagnética que está involucrada con la explicación de cómo manifiesta su energía.

- |  |  |
|--|--|
| Rayos X <input type="checkbox"/>             | <input type="checkbox"/> Poseen altas frecuencias y hacen vibrar las moléculas de agua, por lo que incrementan su temperatura. Se utilizan para calentar alimentos con altos contenidos de agua. |
| Luz visible <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/> Puede ser aprovechada por los seres vivos; por ejemplo, para generar energía química mediante la fotosíntesis.  |
| Radiación infraroja <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Es también conocida como radiación térmica, y es aplicada en la comunicación entre dispositivos electrónicos a corta distancia, como el control remoto de un televisor. |
| Microondas <input type="checkbox"/>          | <input type="checkbox"/> Poseen gran energía, por lo que pueden atravesar la materia blanda, pero no la dura. Esta propiedad permite generar imágenes de los huesos.                             |

## Ejercicio 5

25 puntos

Relaciona la imagen con el tipo de onda electromagnética que está involucrada.

☐☐ Rayos X☐☐ Rayos gamma☐☐ Radiación infraroja☐☐ Rayos ultravioleta

## Composición y descomposición de la luz blanca

Como vimos, una de las manifestaciones del modelo atómico son los espectros luminosos que se forman a partir de los “saltos” de los electrones entre sus órbitas atómicas. Cada vez que un electrón “regresa” a su orbital atómico de origen después de ser excitado, emite luz (u otro tipo de radiación), la cual forma los espectros conocidos. Revisemos el espectro de emisión de la luz de mercurio (figura 3.30). Observa que los colores están contenidos dentro del arco iris y están ordenados de la misma manera. En general, cualquier tipo de luz puede descomponerse en colores; el arcoíris es una manifestación de la descomposición de la luz solar. Entre sus diversos experimentos de óptica, cuando Newton hizo pasar luz blanca a través de un prisma de vidrio observó la descomposición de la luz en colores y así comprobó que la luz blanca es en realidad una mezcla de los colores del arcoíris. Newton trató de explicar este fenómeno mediante el modelo corpuscular (modelo de partículas) al considerar que la luz, al igual que la materia, estaba constituida por partículas de distintos tamaños, y pensó que, según su tamaño, cada partícula producía en el ojo una sensación de color distinta. Esta idea despertó las críticas entre sus contemporáneos; más de 100 años después, **James Clerk Maxwell (1831-1879)** descubrió que la luz está constituida por ondas electromagnéticas.

## Comportamiento y efectos de la luz como onda electromagnética

Los fenómenos de reflexión y refracción de la luz son un buen punto de partida para estudiar las propiedades físicas de la luz como onda.

Cuando la luz incide sobre un objeto pueden suceder las siguientes situaciones, aunque en distinto grado.

- El objeto absorbe casi toda la luz.

- El objeto sólo absorbe una parte de la luz (lo que da origen a los colores).
- Nada de la luz que llega la absorbe el objeto.

Si un objeto no permite que pase luz a través de él, pero tampoco la absorbe, como sucede en los espejos, toda esa luz rebota en su superficie, fenómeno que se conoce como reflexión. ¿Recuerdas que este fenómeno también lo observaste para una onda mecánica? Los objetos en los que puedes distinguir algún color sólo reflejan una fracción de la luz blanca que les llega (la que corresponde a su color) y absorben la otra parte. Otros materiales, como el aire, el agua y el vidrio, permiten que casi toda la luz pase a través de ellos, y por ello no tienen color: son objetos transparentes. Cuando vemos algo es porque refleja parte de la luz que recibe. El haz de luz que llega a una superficie recibe el nombre de rayo incidente, y el que rebota se conoce como rayo reflejado. En el experimento con el láser el rayo de luz incidente es el que sale del láser, y el rayo de luz que llega a la hoja de papel es el reflejado.

La recta imaginaria, que es perpendicular a la superficie, se llama recta normal. El ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión se forman entre la recta normal y los rayos de incidencia y de reflexión, respectivamente; siempre miden lo mismo (figura 3.39). En tu experimento tal vez determinaste que estos ángulos son parecidos, pero no iguales; esto se debe a que la actividad y las mediciones no son del todo precisas. Por otra parte, en el experimento del recipiente con la moneda notaste que al verter agua en el recipiente volvías a ver la moneda como si se hubiera movido de su posición original. Por supuesto, la moneda no se movió; lo que sucede es que cuando la luz pasa de un medio a otro (por ejemplo del aire al agua) se desvía, fenómeno que se conoce como refracción. En el experimento la luz que refleja la moneda se refracta al salir de la superficie del agua y eso hace que la puedas ver. Los fenómenos de reflexión y de refracción de la luz se explican con base en la hipótesis de que la luz es una onda. Imagina que sujetas firmemente el extremo de un resorte a una pared, y el otro extremo lo comprimes y estiras una vez; se formará así una onda longitudinal en el resorte y en el momento que esa onda choque con la pared regresará hacia ti; de esta manera la onda se está reflejando. En forma análoga, cuando un rayo de luz llega a la superficie de un espejo, las ondas de luz chocan y se reflejan. La luz blanca, con sus colores, se encuentra en una pequeña parte del espectro electromagnético que se conoce como espectro visible. Cada uno de los colores que componen la luz visible tiene asociada una longitud de onda, como se observa en la infografía de la lección anterior. Para el ojo humano es imposible ver más allá del espectro visible, tanto para mayores longitudes de onda (después del infrarrojo) como para menores (antes del ultravioleta).



## Ejercicio 6

25 puntos

Lee el texto a continuación y escribe las palabras que faltan en los espacios vacíos dentro de cada afirmación.

- a La luz \_\_\_\_\_ es una mezcla de todos los colores presentes en el arcoíris; éste es una manifestación de la \_\_\_\_\_ de la luz proveniente del Sol.
- b El \_\_\_\_\_ de los objetos que el ojo humano distingue (por ejemplo, una manzana roja) es producto del \_\_\_\_\_ de una parte de la luz que les llega, y corresponde al \_\_\_\_\_ del objeto.
- c Cuando la luz incide sobre una \_\_\_\_\_ opaca, como un espejo, la \_\_\_\_\_ del rayo incidente es igual a la del reflejado.
- d Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro, oblicuamente (por ejemplo, del aire al agua), experimenta un cambio de \_\_\_\_\_ al cual se le conoce como \_\_\_\_\_.
- e Los fenómenos de reflexión y \_\_\_\_\_ de la luz se pueden explicar si suponemos que ésta es una \_\_\_\_\_.
- f La luz es resultado de una combinación de oscilaciones eléctricas y \_\_\_\_\_.
- g Las cargas con movimiento acelerado generan ondas \_\_\_\_\_.
- h La luz se propaga en línea \_\_\_\_\_ y puede hacerlo incluso en el \_\_\_\_\_.
- i La \_\_\_\_\_ de la ondas electromagnéticas es proporcional a su \_\_\_\_\_.
- j La energía de las ondas electromagnéticas es \_\_\_\_\_ proporcional a su \_\_\_\_\_ de onda.
- k Todas las ondas electromagnéticas se propagan con la misma \_\_\_\_\_. En el vacío, ésta es de aproximadamente 300 000 km/s.
- l A la clasificación de las ondas electromagnéticas según su frecuencia se le conoce como \_\_\_\_\_.