



REDSUMA

Raysa Knight Socarrás
Docente Preuniversitario

rknight@redsuma.cl
www.redsuma.cl

Nueva Tajamar 481, Of 405, Torre Norte, Las Condes
+569 4063 8616

Clase # 5

Contenidos
referidos a ondas,
luz y fenómenos
ondulatorios



Objetivo de Aprendizaje

Sistematizar habilidades ejercicios tipo PAES desde las

ON

ACTÍVATE

Observa el siguiente video y responde las preguntas:



¿Qué observas en el video?

**¿A qué se asemeja el movimiento realizado
por las personas?**



CONTENIDO

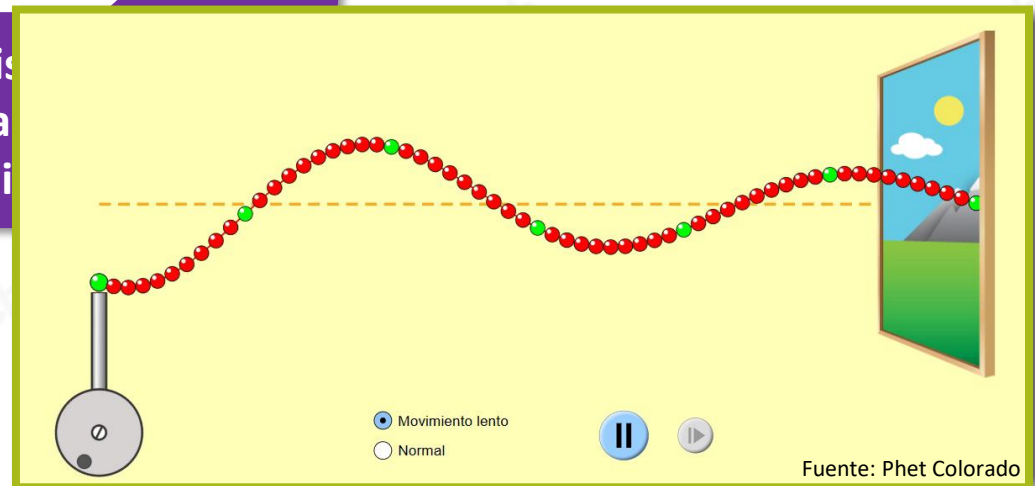
Ondas y sus características

- Una **onda** es una **perturbación que viaja por un medio**, alejándose del punto donde se produjo, el cual se denomina foco.
- Cuando se propagan, las ondas provocan una **vibración en las partículas del medio o del campo eléctrico y/o magnético** a través del cual se desplazan.
- Al propagarse por el medio las ondas **transportan energía, pero no materia**.

Una **vibración** consiste en un movimiento de vaivén en torno a una posición de equilibrio.

¿Cuál es la posición de equilibrio de la cuerda?

¿Cómo se mueven las partículas verdes?



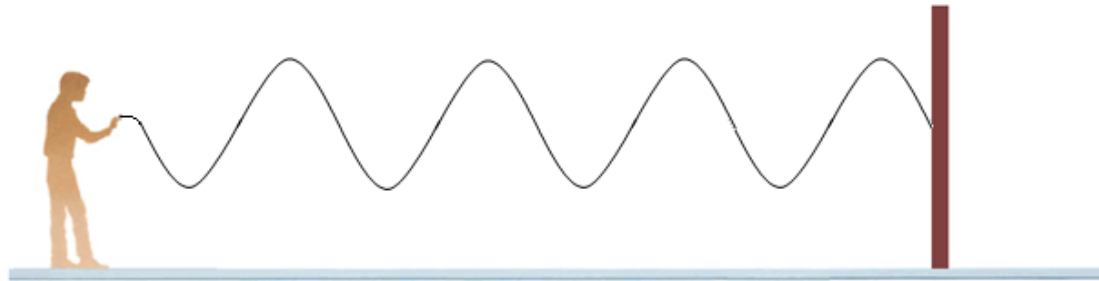
Ondas y sus características

Pulso y tren de ondas

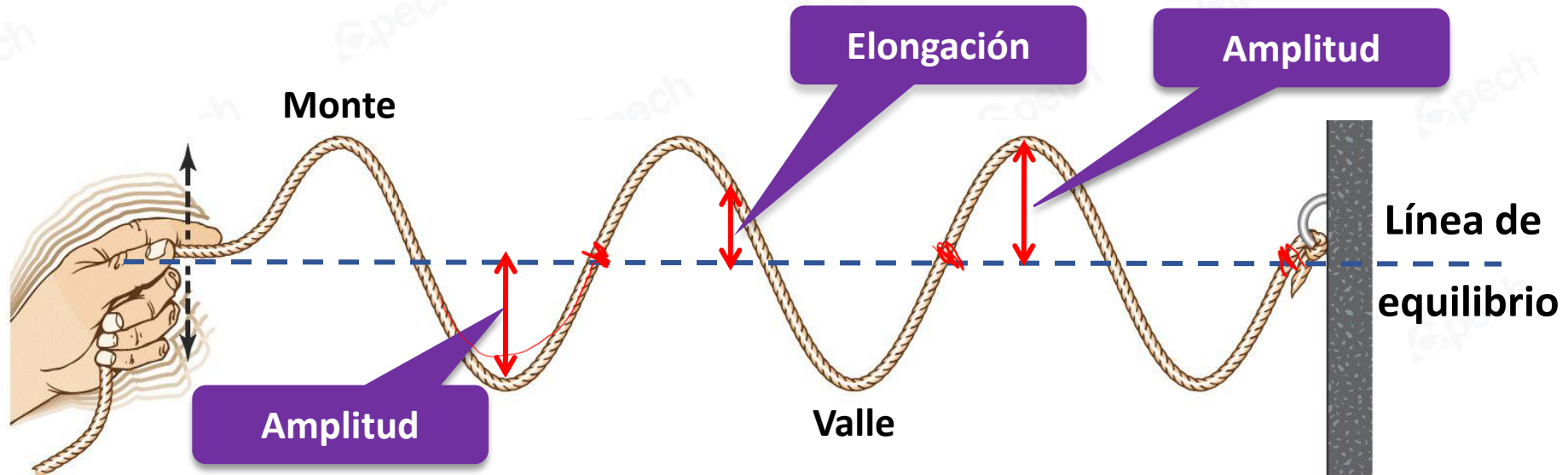
Una sola perturbación del medio produce un **pulso**, el cual consiste en una única onda que viaja por el medio.

Pulso, vibración, oscilación y ciclo se emplean como sinónimos.

Varias perturbaciones seguidas producen un **tren de ondas periódico**.



Elementos espaciales de una onda

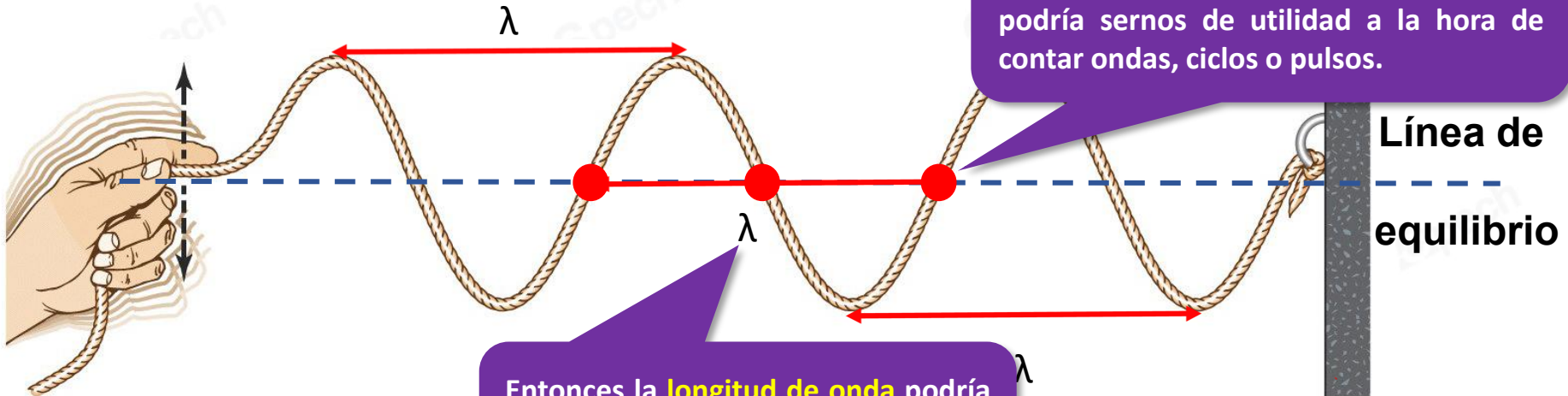


- **Monte:** punto más alto del tren de ondas.
- **Valle:** punto más bajo del tren de ondas.
- **Elongación:** distancia entre la línea de equilibrio y un punto de la onda. También representa el desplazamiento de una partícula respecto de su posición de equilibrio en ondas que hacen oscilar las partículas del medio.
- **Amplitud (A):** corresponde a la máxima elongación.

¿Cuántos pulsos tiene este tren de ondas?

Elementos espaciales de una onda

Longitud de onda (λ)



Longitud de un solo pulso u onda entre 2 puntos equivalentes y consecutivos del tren de ondas. También corresponde a la **distancia entre 2 montes o 2 valles consecutivos**. Se calcula como:

Unidad de medida

- SI: [m]
- C.G.S.: [cm]

$$\lambda = \frac{\text{Longitud del tren de onda}}{\text{Número de ciclos}}$$

La **longitud del tren de onda** es lo mismo que la **distancia recorrida por la onda**.

Elementos temporales de una onda

Frecuencia (f)

Corresponde al **número de pulsos o ciclos** de un **tren de onda** en un **determinado tiempo**. Se calcula como:

$$f = \frac{\text{Número de ciclos}}{\text{Tiempo total}}$$

En ondas periódicas la frecuencia posee un **valor constante**.

El **número de ciclos** no corresponde a una magnitud física, por lo tanto **no posee unidad de medida**. Es una cantidad observable, pero no medible.

En el Sistema internacional de unidades (SI) la **frecuencia** se mide en **hertz [Hz]**:

$$1[\text{Hz}] = 1 \left[\frac{\text{ciclo}}{\text{segundo}} \right]$$

Elementos temporales de una onda

Periodo (T)

Corresponde al tiempo que tarda un pulso de una onda en pasar por un punto. Se calcula como:

$$T = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{Número de ciclos}}$$

Es importante tener presente que **periodo** y **tiempo total** son **magnitudes diferentes**.

Si una onda tarda 1 minuto en completar 6 ciclos, ¿cuál es el tiempo total de oscilación y cuál es su periodo?

En el Sistema internacional de unidades (SI) el **periodo** se mide en **segundos [s]**.

Elementos temporales de una onda

Relación entre frecuencia y periodo:

Las ecuaciones para periodo (T) y frecuencia (f) son:

$$f = \frac{\text{Número de ciclos}}{\text{Tiempo total}}$$

$$T = \frac{\text{Tiempo total}}{\text{Número de ciclos}}$$

Si la frecuencia de una onda no cambia en el tiempo, **su periodo también permanece constante.**

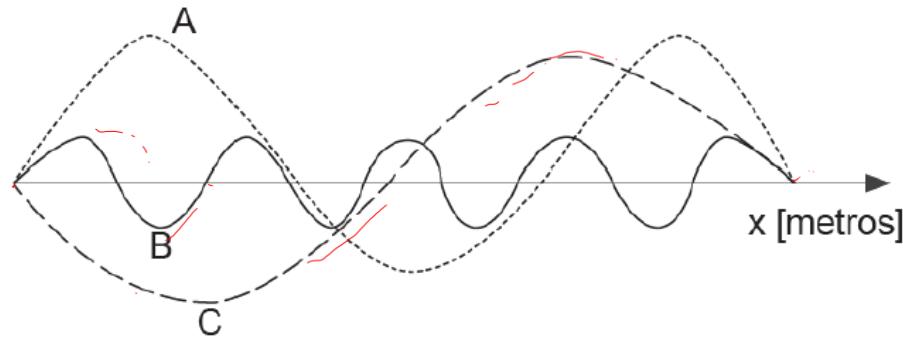
$$f = \frac{1}{T}$$

La frecuencia y el periodo poseen una relación **inversamente proporcional**.



EJERCITACIÓN

La siguiente figura muestra tres ondas que viajan por un mismo medio homogéneo, recorriendo la misma distancia en el mismo tiempo.



Si f_A , f_B y f_C son las frecuencias de las ondas A, B y C, respectivamente, ¿cuál de las siguientes relaciones es correcta?

- A) $f_A = f_B = f_C$
- B) $f_A > f_B > f_C$
- C) $f_B > f_A > f_C$
- D) $f_A > f_C > f_B$

C

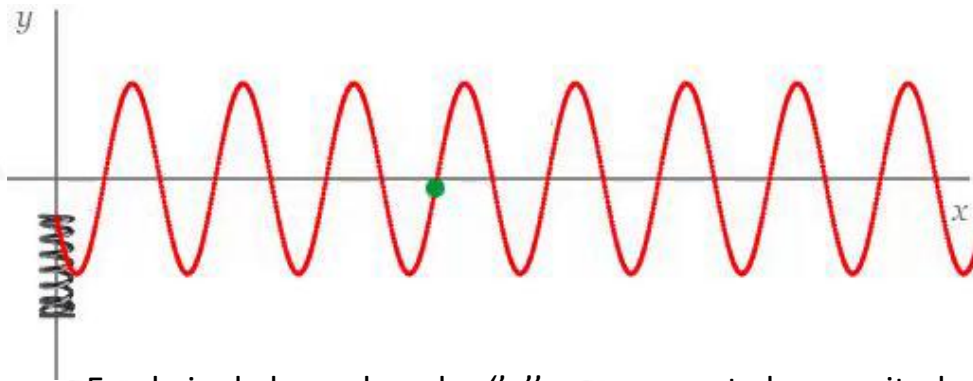


Habilidad:
Procesar y analizar la
evidencia

Representación espacial y temporal

Modelo de onda - Gráficos

Al caso más simple de onda se le conoce como onda periódica. Para representarla se utiliza una figura llamada senoide.



En el eje de las ordenadas "y" se representa la magnitud que oscila y en el eje de las abscisas "x", la distancia o el tiempo.

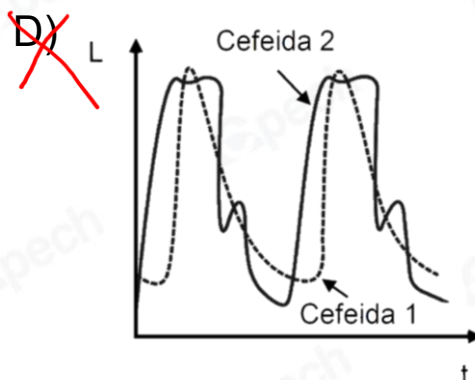
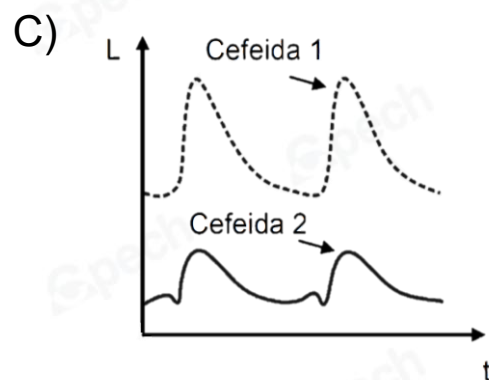
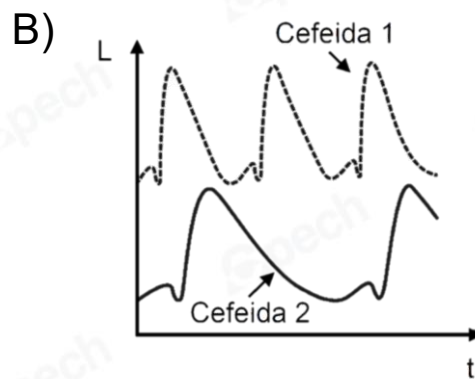
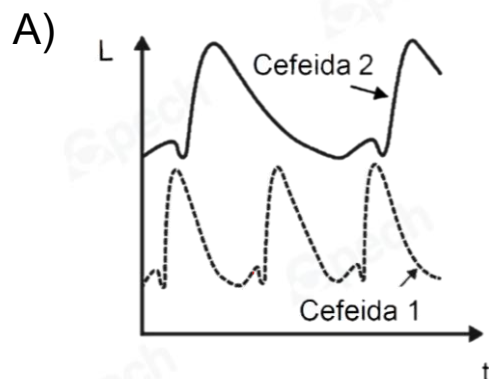
Representación espacial:
si en el eje "x" se representa la **distancia**.

Representación temporal:
si en el eje "y" se representa el **tiempo**.



EJERCITACIÓN

Una cefeida es un tipo de estrella que cambia periódicamente de tamaño, lo que produce alteraciones en su luminosidad que son detectadas como pulsaciones. En 1912, se descubrió que las estrellas más luminosas presentan una menor frecuencia de pulsación. Entre los gráficos de luminosidad L en función del tiempo t que se presentan a continuación, ¿cuál representa a dos cefeidas distintas que cumplen con la relación descubierta?



¿Estos gráficos corresponden a una representación espacial o temporal?

A



Habilidad:
Comunicar

Elementos temporales de una onda

Rapidez de propagación (v)

Es la distancia recorrida por la onda por unidad de tiempo. Se calcula como:

$$v = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo demorado}}$$

En el caso de una onda periódica que se propaga con rapidez constante, la distancia recorrida en un periodo de tiempo T es igual a una longitud de onda λ .

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

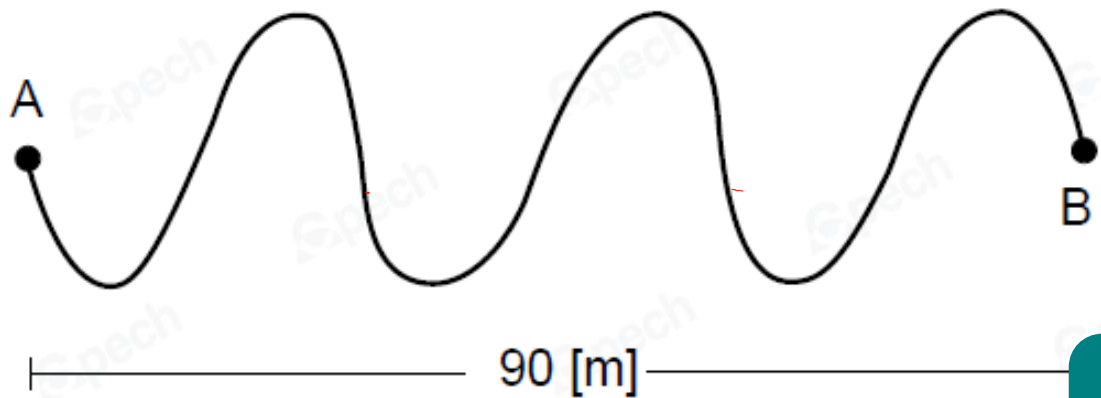
En el Sistema internacional de unidades (SI) la **rapidez de propagación** se mide en **metros/segundo [m/s]**.

Observación: por ahora, hablaremos indistintamente de **rapidez o velocidad** de la onda, sin hacer distinción entre ellas.



EJERCITACIÓN

Si la onda de la figura tardó un minuto en ir de A hasta B, es correcto afirmar que



- A) su periodo es 60 [s]. ~~X~~
- B) su longitud de onda es 15 [m]. ~~X~~
- C) el número de ciclos de la onda es 6. ~~X~~
- D) su rapidez de propagación es 1,5 [m/s].



$t_{\text{min}} = 60 \text{ seg}$

$$v = \frac{d}{t}$$

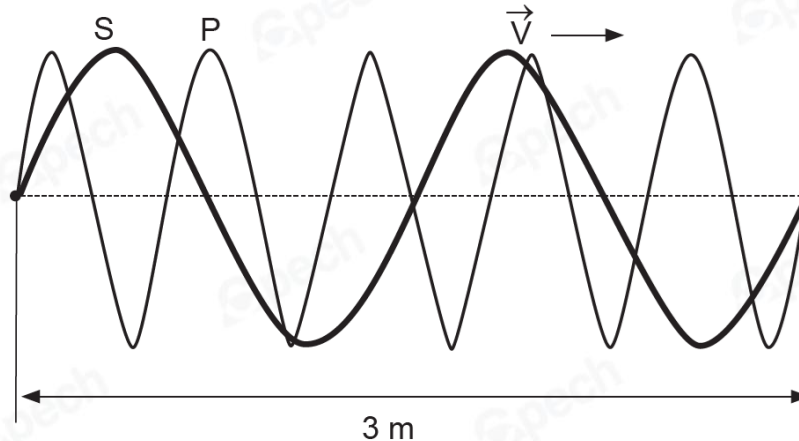
Habilidad:
Procesar y analizar la
evidencia

$$= \frac{90}{60} = 1,5$$



EJERCITACIÓN

Dos ondas, S y P, de naturaleza desconocida, se propagan por el mismo medio de manera que al cabo de un minuto logran recorrer tres metros, tal como se grafica en la figura:



De acuerdo a lo anterior, es posible establecer que

- A) la amplitud de la onda S es el triple que la de la onda P.
- B) las frecuencias de las ondas S y P están en la razón 1:3.
- C) la longitud de onda de la onda S corresponde a la mitad de la longitud del tren de ondas.
- D) el tiempo que tarda la onda P en realizar una oscilación es mayor que el tiempo que tarda la onda S.



Habilidad:
Procesar y analizar la
evidencia

Clasificación de las ondas

Según su naturaleza

- **Mecánicas:** se propagan solo en **medios materiales** (sólidos, líquidos o gases).



Onda en un resorte

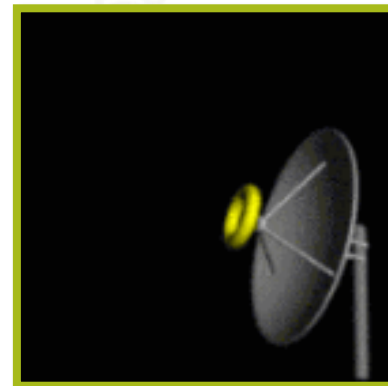


El sonido

- **Electromagnéticas:** se propagan en **medios materiales** y en el **vacío**.



La luz

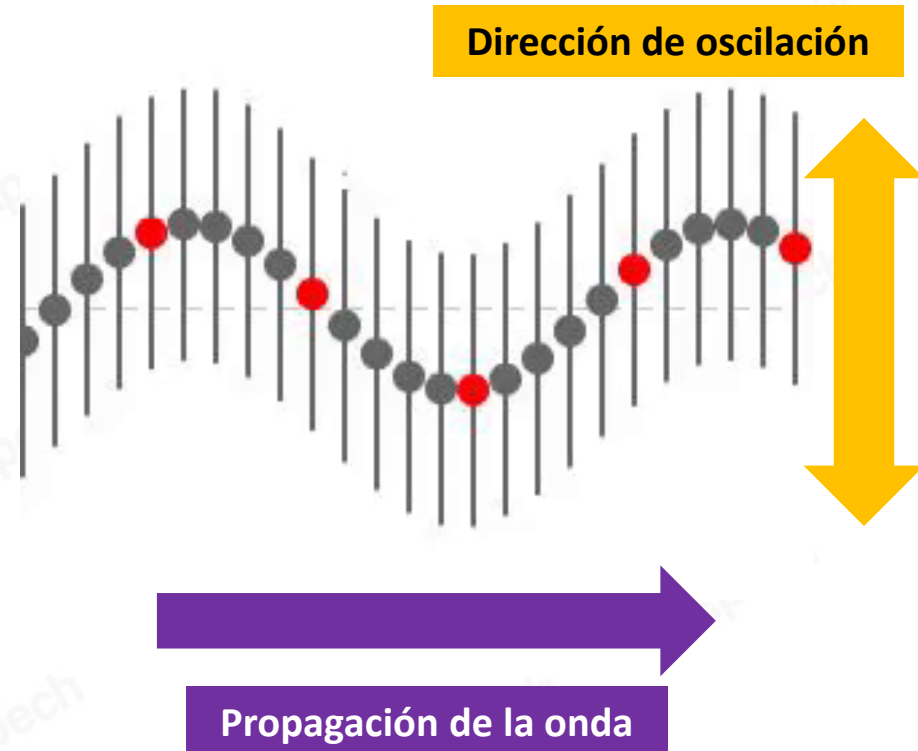
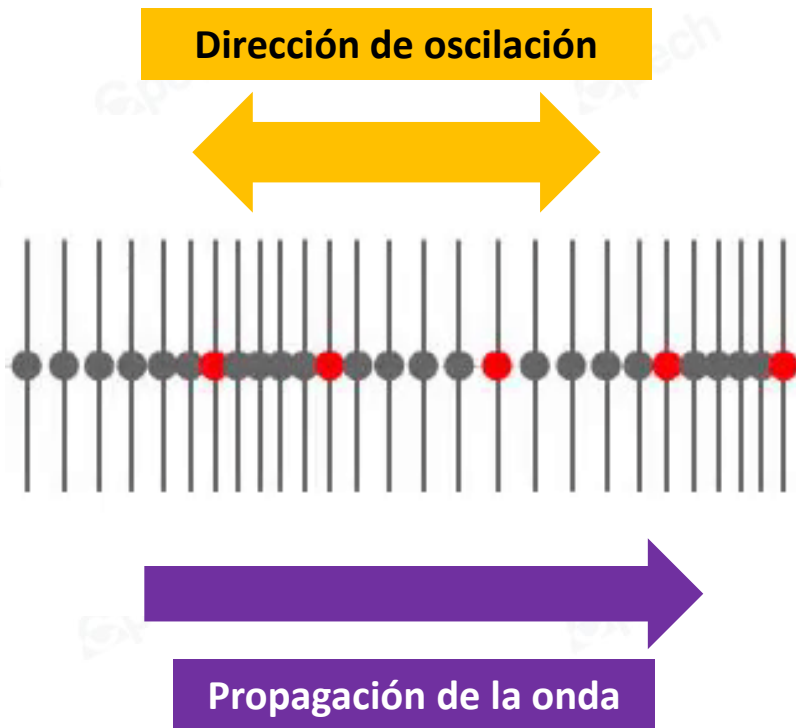


Ondas de radio

Clasificación de las ondas

Según dirección de vibración de las partículas del medio

- **Longitudinales:** las partículas del medio **oscilan en la misma dirección de propagación** de la onda.
- **Transversales:** las partículas **oscilan perpendicularmente a la dirección de propagación** de la onda. Todas las ondas electromagnéticas son transversales.



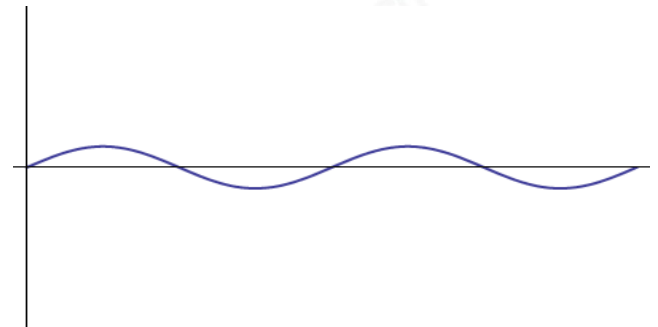
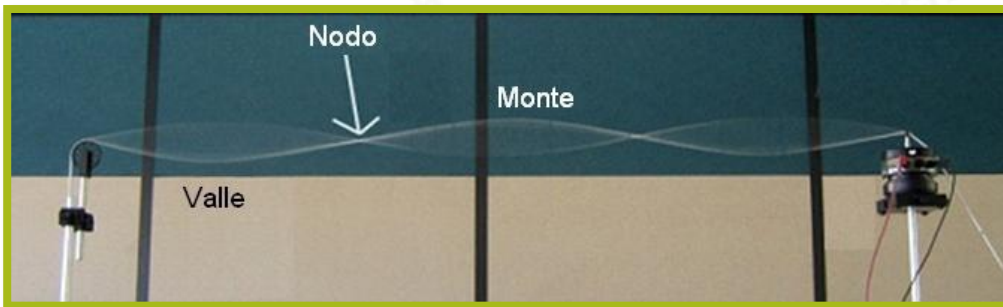
Clasificación de las ondas

Según sentido de propagación

- **Viajeras:** se propagan en **un solo sentido**, y por ende son capaces de viajar desde un punto a otro.



- **Estacionarias:** son ondas confinadas en una región del espacio y se forman por la "combinación" de dos **ondas viajeras** que se propagan **en sentidos contrarios**.





EJERCITACIÓN

Se realiza un experimento para determinar la rapidez de propagación de la luz en un medio homogéneo, en este caso, el aire, utilizando un haz de luz láser que se hace pasar entre los dientes de un engranaje giratorio. La luz pasa a través de los dientes del engranaje y se mide el tiempo que tarda en recorrer una distancia conocida. En el experimento se emplean diferentes láseres que emiten luz de distintas frecuencias para verificar si la rapidez de propagación de la luz varía. ¿Cuál de las siguientes hipótesis es coherente con la investigación propuesta?

- A) La rapidez de propagación de la luz depende del medio de propagación.
- B) La velocidad de propagación de la luz no depende de la frecuencia del láser utilizado.
- C) La rapidez de propagación de la luz varía según el método que se emplee para medirla.
- D) La rapidez de propagación de la luz depende de la distancia entre los dientes del engranaje.

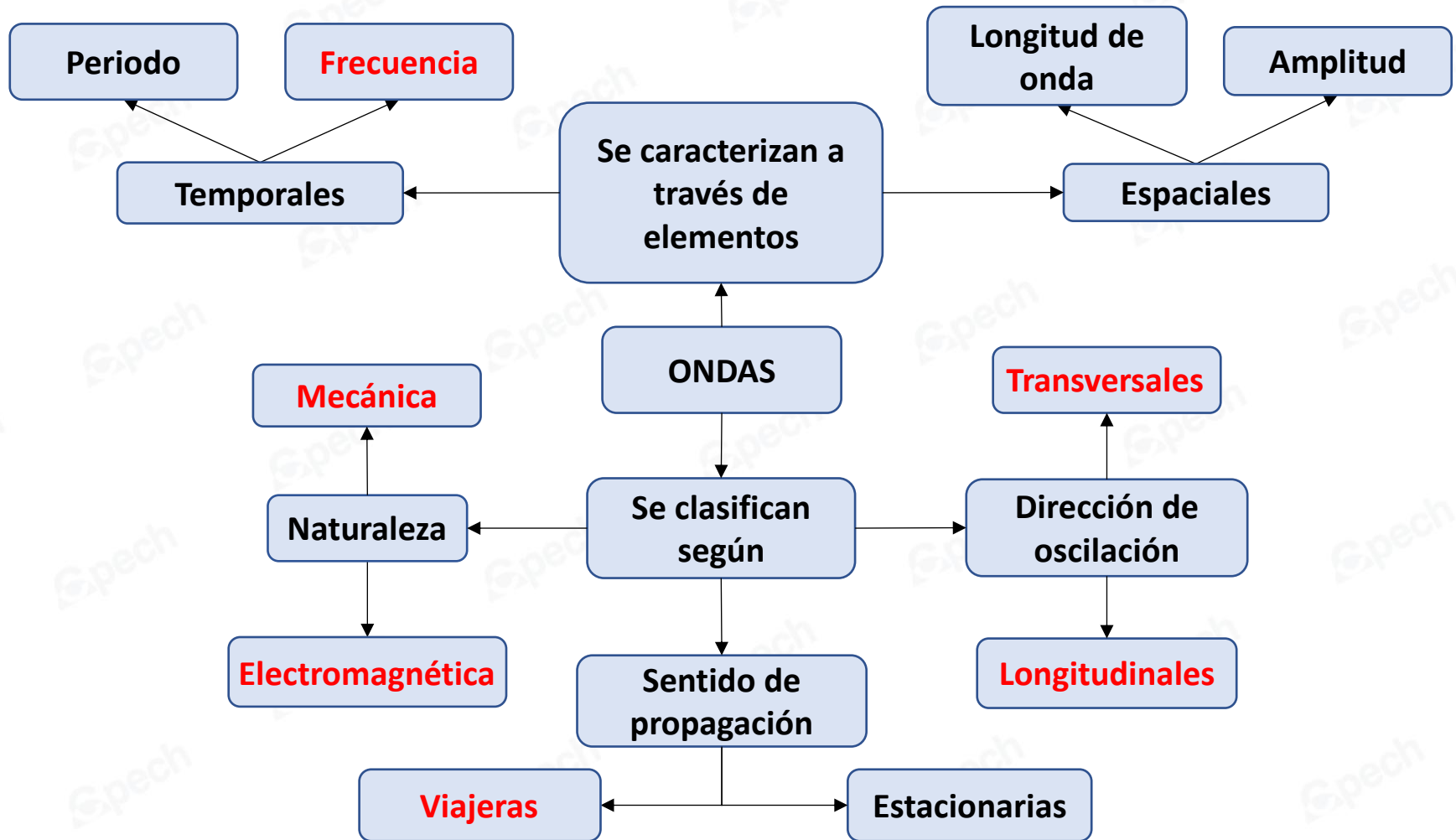
B

Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





SÍNTESIS DE LA CLASE





EJERCITACIÓN

1- Se realiza un experimento para determinar la rapidez de propagación de la luz en un medio homogéneo, en este caso, el aire, utilizando un haz de luz láser que se hace pasar entre los dientes de un engranaje giratorio. La luz pasa a través de los dientes del engranaje y se mide el tiempo que tarda en recorrer una distancia conocida. En el experimento se emplean diferentes láseres que emiten luz de distintas frecuencias para verificar si la rapidez de propagación de la luz varía. ¿Cuál de las siguientes hipótesis es coherente con la investigación propuesta?

- A) La rapidez de propagación de la luz depende del medio de propagación.
- B) La velocidad de propagación de la luz no depende de la frecuencia del láser utilizado.
- C) La rapidez de propagación de la luz varía según el método que se emplee para medirla.
- D) La rapidez de propagación de la luz depende de la distancia entre los dientes del engranaje.

B

Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





EJERCITACIÓN

2- Un estudio científico muestra que la longitud de onda de una radiación es inversamente proporcional a su frecuencia cuando la velocidad de propagación es constante. ¿A qué tipo de afirmación corresponde esta relación?

- A) Una ley
- B) Una teoría
- C) Una hipótesis
- D) Una predicción

A

Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





EJERCITACIÓN

3- ¿Por qué la representación gráfica espacial de la onda corresponde a un modelo de esta?

- A) Porque proporciona una fundamentación completa del comportamiento de una onda.
- B) Porque permite analizar la representación y usarla para relacionar las variables temporales.
- C) Porque facilita tabular datos numéricos y obtener el gráfico de la onda para su posterior análisis.
- D) Porque corresponde a una simplificación de una onda que esquematiza los elementos principales que la componen.

D

Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





EJERCITACIÓN

4- Un tren de ondas es una representación gráfica del movimiento de una onda a través de un determinado medio. Gracias a este modelo, podemos determinar diversas características espaciales o temporales de la onda, dependiendo de si se representa en un gráfico temporal o espacial. En un gráfico espacial, por ejemplo, podemos obtener datos como la longitud de onda, la distancia total recorrida, las elongaciones y la amplitud.

Considerando esto, la amplitud puede relacionarse directamente con

- A) la distancia entre dos puntos consecutivos iguales.
- B) la frecuencia, ya que forman parte de la misma onda.
- C) la elongación, ya que la amplitud es la máxima elongación.
- D) la rapidez de propagación, ya que a mayor amplitud mayor rapidez.

C

Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





EJERCITACIÓN

5- Una onda tiene una frecuencia de 120 [Hz]. ¿Qué información podemos extraer con seguridad de esto?

- A) Su periodo es menor a 1 [s].
- B) Es una onda de amplitud muy grande.
- C) Se demora 120 [s] en realizar un ciclo.
- D) Al pasar a un medio más denso su frecuencia aumenta.

A

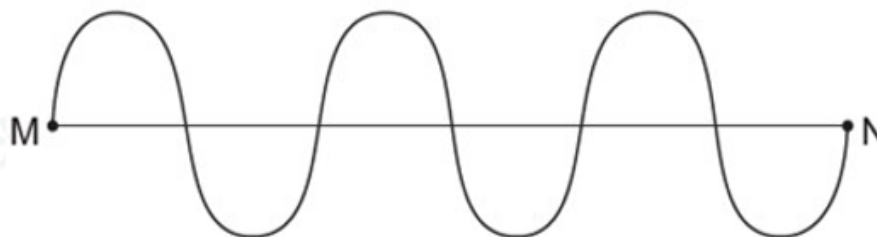
Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





EJERCITACIÓN

6- El tren de ondas de la figura se propaga a través de un medio material homogéneo:



Si la distancia entre M y N es de 600 cm y el máximo desplazamiento respecto del equilibrio experimentando por cada una de las partículas del medio es de 15 cm, es correcto afirmar que el tren de ondas

- A) tiene una longitud de onda de 200 cm y una amplitud de 15 cm.
- B) tiene una longitud de onda de 600 cm y una amplitud de 30 cm.
- C) tiene una longitud de onda de 1200 cm y una amplitud de 30 cm.
- D) tiene una longitud de onda de 1200 cm y una amplitud de 15 cm.

A

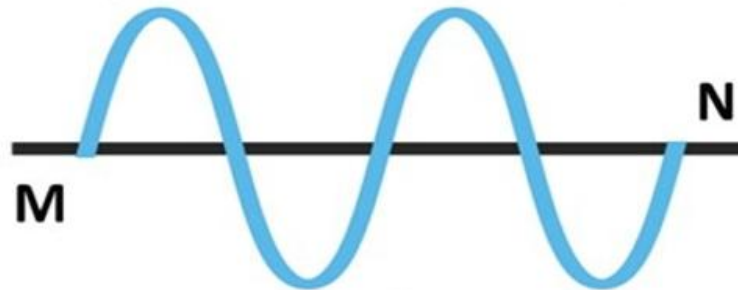
Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





EJERCITACIÓN

7- La onda periódica que se muestra en la figura tarda 2 segundos en ir desde el punto M al punto N, cuya separación es de 10 metros.



¿Cuáles son los valores de la longitud de onda (λ) y la frecuencia (f), respectivamente?

- A) $\lambda = 2,5 [m]$ y $f = 0,5 [Hz]$
- B) $\lambda = 5,0 [m]$ y $f = 1,0 [Hz]$
- C) $\lambda = 5,0 [m]$ y $f = 0,5 [Hz]$
- D) $\lambda = 10,0 [m]$ y $f = 1,0 [Hz]$

$$\lambda = \frac{\text{longitud de onda}}{\text{nº de ciclos}}$$

$$\lambda = \frac{10}{2} = 5$$

B

$$f = \frac{\text{nº de ciclos}}{\text{tiempo}}$$

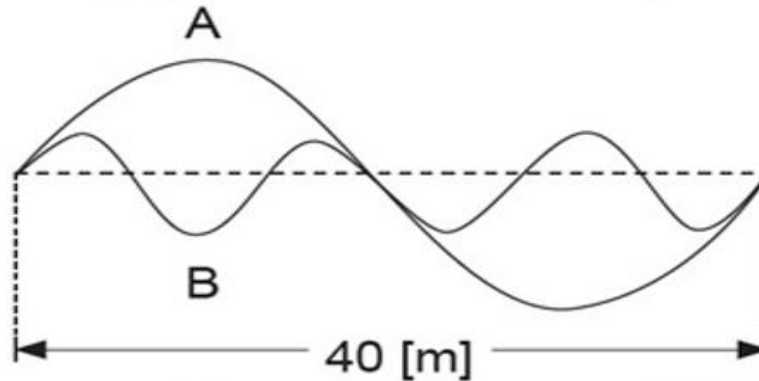
Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





EJERCITACIÓN

8- En la siguiente imagen podemos observar dos ondas que recorren la misma distancia en el mismo tiempo y en un mismo medio material:



Respecto a esta podemos afirmar que

- A) la frecuencia es menor para B.
- B) la onda A posee mayor rapidez.
- C) la longitud de onda es menor en B.
- D) ambas ondas tienen una longitud de onda de 40 [m].

C

Habilidad:
Observar y plantear
preguntas





CONTENIDO

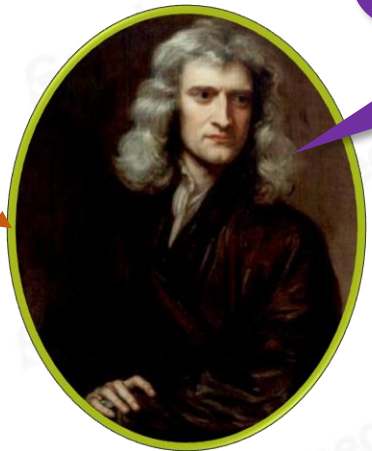
Naturaleza de la luz

Christian Huygens
(1629-1695)



Modelos

Isaac Newton
(1643-1727)



Él consideraba que la luz era una **onda mecánica**, al igual que el sonido, y que requería un **medio material** para propagarse, denominado **éter**.

La luz se propaga en línea recta.

Explica la reflexión de la luz.

Dado el prestigio que gozaba Newton en su época, **su modelo fue mucho más aceptado** que el de Huygens.

Corpuscular

La luz se propaga en línea recta.

Explica la formación de sombras.

Explica la reflexión de la luz.

Naturaleza de la luz

¿Qué modelo crees que es correcto, el de Newton o el de Huygens?



Ambos modelos tienen aspectos que se reconocen actualmente.

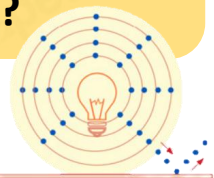
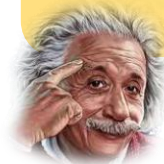
A niveles subatómicos, las partículas pueden tener un comportamiento dual, es decir, en determinadas condiciones actuar como una **onda** y, en otras, como una **partícula**.

El modelo que da cuenta de esto es el **modelo dual** o **modelo onda-partícula**.

No fue propuesto por un científico en particular, sino que representa la síntesis de siglos de observaciones, de experimentos y de teorías respecto de la luz. Sin embargo, se asocia comúnmente a **Albert Einstein**.

En esta área temática nos enfocaremos en el **comportamiento ondulatorio** de la luz.

¿Sabías que Einstein ganó el Premio Nobel por su explicación teórica del efecto fotoeléctrico?



Fuentes de luz

Clasificación respecto de la naturaleza del cuerpo emisor

1. Fuentes naturales

Aquellas fuentes que emiten luz y **no han sido creadas por el ser humano.**



2. Fuentes artificiales

Aquellas fuentes que emiten luz y que **han sido creadas por el ser humano.**



Fuentes de luz

Clasificación respecto de la forma de emisión

1. Fuentes primarias

Aquellas fuentes que **emiten luz propia**.



2. Fuentes secundarias

Aquellas fuentes que solo **reflejan la luz emitida** por algún otro cuerpo.



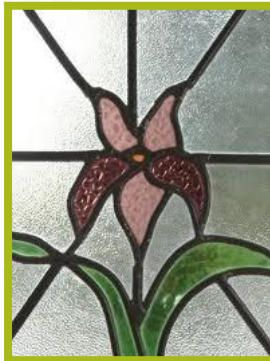
Tipos de materiales

Según su respuesta al paso de la luz

1. Transparentes



2. Translúcidos



3. Opacos



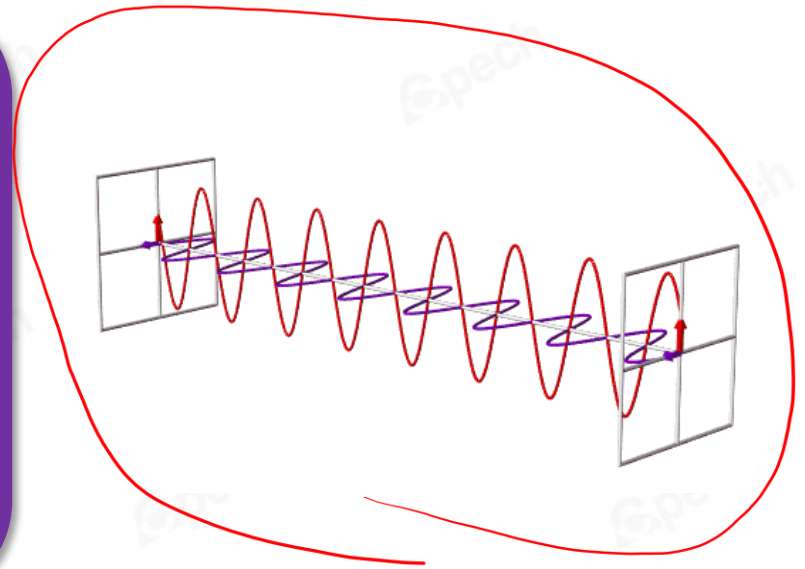
La luz como onda

La luz es una **onda electromagnética** y transversal.

¿Cómo crees que viajan las ondas por el vacío?

Si las ondas son perturbaciones que se propagan, ¿qué es lo que “se perturba” en el vacío?

Las ondas electromagnéticas son la oscilación de lo que llamamos “**campo electromagnético**”, el que tiene dos componentes, una eléctrica y otra magnética, perpendiculares entre sí. Además, **la dirección de propagación de la onda es perpendicular a su componente eléctrica y magnética.**

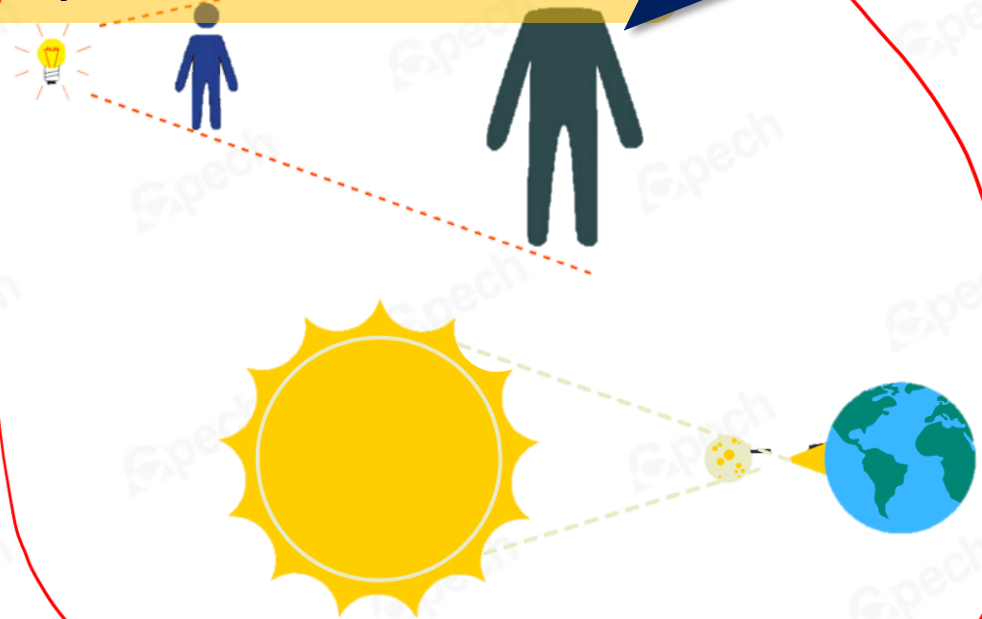
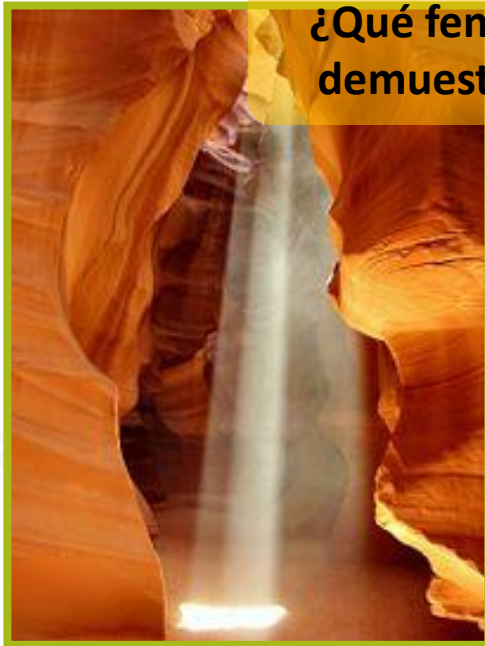


La luz como onda

En medios transparentes y homogéneos, la luz se propaga en línea recta.

La generación de **sombras** es una **evidencia** de que la luz se propaga en **línea recta**.

¿Qué fenómenos de la naturaleza demuestran la trayectoria rectilínea de la luz?





EJERCITACIÓN

Un grupo de estudiantes pretende demostrar que la luz viaja en línea recta.
¿Qué experimento permitiría evidenciar esta propiedad?

- A) Formar imágenes con un espejo curvo.
- B) Generar sombras con una luz de fondo en una pantalla blanca.
- C) Observar cómo un objeto parece cambiar de tamaño bajo el agua.
- D) Poner un lápiz en un vaso con agua y ver cómo parece quebrarse.

B

Habilidad:

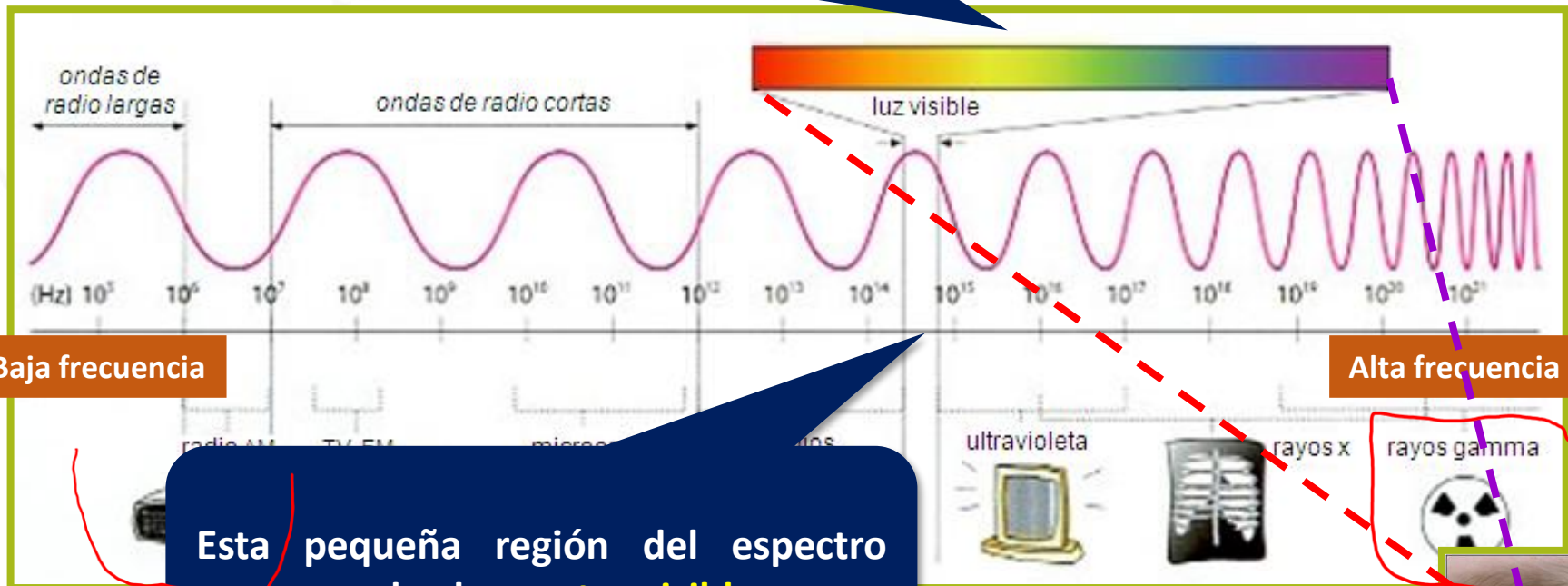
Procesar y analizar la evidencia



Espectro electromagnético

El rango de **frecuencias visibles** abarca aproximadamente desde los **400 THz** hasta los **750 THz**. Esto se traduce en un rango de **longitudes de onda** que va, aproximadamente, desde los **750 nm** hasta los **400 nm**.

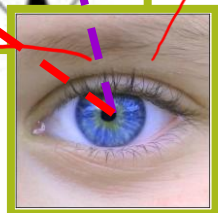
rango de frecuencias y
nético, que va desde las
rayos gamma (de alta



Esta pequeña región del espectro
corresponde al **espectro visible**.

¿Has o

ondas electromagnéticas?



Espectro electromagnético

Características del espectro electromagnético

Si la **frecuencia** aumenta, el periodo disminuye.

Observa que, a **menor frecuencia**, mayor es la longitud de onda.

Observa que, a **mayor frecuencia**, menor es la longitud de onda.



Baja frecuencia

Alta frecuencia

En otras palabras, podemos decir que el espectro electromagnético es una forma de ordenar las ondas electromagnéticas según su frecuencias.

Si observas las ondas en el espectro, ¿qué sucede con la longitud de onda?

Si la frecuencia aumenta de izquierda a derecha en el espectro, ¿qué ocurre con el periodo?

Espectro electromagnético

Relación entre la energía y la frecuencia de una onda

Para la explicación del **efecto fotoeléctrico**, Einstein propuso una relación entre la **energía de la radiación** electromagnética y su **frecuencia**, conocida como la relación de Planck:



El **efecto fotoeléctrico** ocurre cuando los **fotones** inciden sobre la superficie de un **material** transfiriendo su **energía** a los **electrones**. Si la energía de los fotones es suficiente, puede **liberar electrones** de los átomos, creando una **corriente eléctrica**.

Donde **E** es la energía

Según la expresión matemática, **mientras mayor es la frecuencia, mayor energía transporta una onda electromagnética.**





EJERCITACIÓN

El espectro electromagnético es una representación que muestra de forma ordenada las ondas electromagnéticas clasificadas en diferentes grupos según rangos de frecuencia para describir sus características. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta acerca del espectro electromagnético?

- A) Corresponde a un modelo.
- B) Corresponde a una teoría.
- C) Corresponde a una hipótesis.
- D) Corresponde a una ley científica.

A

Habilidad:

- Planificar y conducir una investigación



Rapidez de la luz

La luz viaja a su máxima rapidez a través del vacío.

$$c = 3 \cdot 10^8 \left[\frac{m}{s} \right] = 300.000 \left[\frac{km}{s} \right]$$

Esta rapidez es una **constante universal**, y ninguna partícula con masa es capaz de alcanzarla.

En el vacío, la rapidez de la luz es **independiente de la frecuencia**

Al propagarse en medios materiales su medio.

A **mayor índice de refracción**, **menor es la velocidad** de propagación de la onda.

Índice de refracción (n)

Magnitud adimensional que indica la **resistencia que presenta un medio** para ser recorrido por una luz de determinada frecuencia:

$$n = \frac{c}{v_m}$$

Donde **c** es la rapidez de la luz en el vacío y **v_m** es la rapidez de la luz en el medio.

Medio	Rapidez $\left[\frac{Km}{s} \right]$	Índice de refracción (n)
Vacío	300.000	1
Aire	≈ 300.000	≈ 1
Agua	225.000	1,33
Diamante	124.000	2,4



EJERCITACIÓN

El espectro electromagnético corresponde a un modelo que nos permite ordenar las ondas electromagnéticas de menor a mayor frecuencia. Considerando que en el vacío todas las ondas electromagnéticas viajan a la misma velocidad, que es de 300.000 km/s, también es posible afirmar que en este espectro, las ondas están ordenadas de mayor a menor longitud de onda.

Respecto a las ondas de radio, rayos X y rayos gamma, ¿qué se puede concluir acerca de ellas cuando se propagan por el vacío?

- A) Poseen igual periodo.
- B) Poseen igual frecuencia.
- C) Poseen diferente longitud de onda.
- D) Viajan con distinta velocidad de propagación.

Habilidad:

- Procesar y analizar la evidencia

C





EJERCITACIÓN

Galileo Galilei realizó un procedimiento experimental que consistía en colocarse en una colina sosteniendo un farol, mientras uno de sus ayudantes hacía lo mismo en una colina que se hallaba a 2 km de distancia. Galileo descubría su farol, que llevaba cubierto, y su ayudante, al percibir la luz emitida, descubría el suyo. A partir de dicha experiencia, Galileo quería determinar el tiempo transcurrido entre el momento en que descubría su farol y el instante en que percibía la luz proveniente del farol de su ayudante, objetivo que no consiguió. De acuerdo con lo descrito, ¿cuál es la hipótesis de trabajo de Galileo?

- A) Que el tiempo de reacción de las personas al percibir la luz en viajar de una colina a otra.
- B) Que los instrumentos de medición eran imprecisos para medir la velocidad de la luz.
- C) Que los fenómenos luminosos ocurren instantáneamente.
- D) Que la velocidad de la luz tiene un valor finito.
- E) Que no es posible medir la velocidad de la luz.

Recuerda que las **hipótesis** son **posibles explicaciones o suposiciones** realizadas **antes** del desarrollo experimental.

Habilidad:

- Observar y plantear preguntas
-
-
-

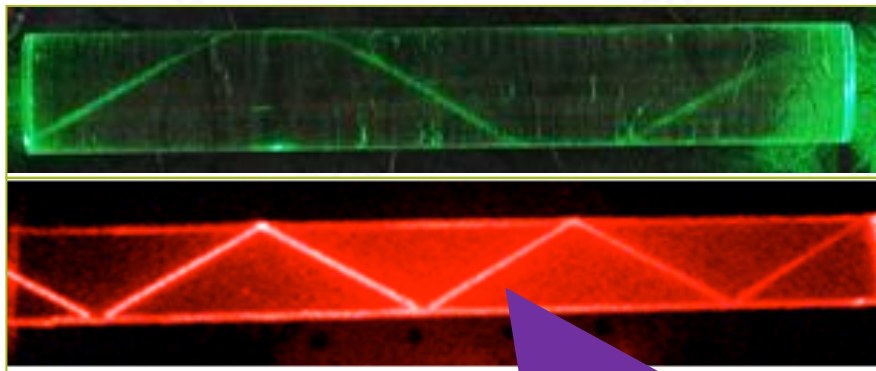
D



Propagación de la luz

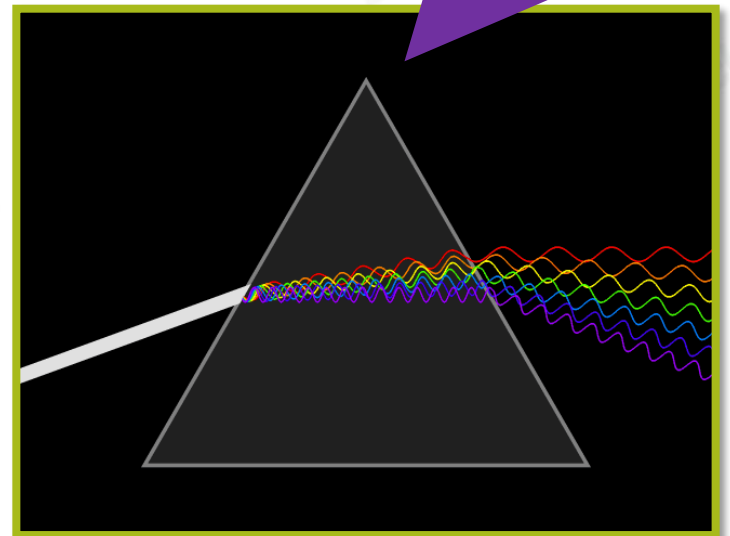
Cuando la luz viaja por un **medio material**, las ondas de diferente frecuencia (diferentes colores en el espectro visible) se propagan con velocidades diferentes.

En los **medios materiales**, la **velocidad** de la onda.



Por ejemplo, la **luz roja** (el color de menor frecuencia) **vía** más rápido en el medio. ¿Has observado el fenómeno de la dispersión de la luz en la naturaleza?

La **luz blanca** está compuesta por una **superposición de luces de distintos colores** (frecuencias). **Al atravesar un prisma, estos colores se separan** porque cada uno viaja a una velocidad distinta. Este fenómeno se conoce como **“dispersión de la luz”**.



Tipos de luz

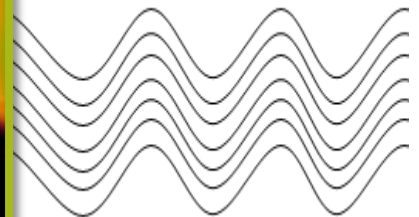
La **luz blanca** es **incoherente**, es decir, está formada por **ondas de distinta frecuencia** que se encuentran **fuera de fase** (atrasadas o adelantadas unas respecto de otras).



La luz **monocromática** (de un solo color) está formada por **ondas de una misma frecuencia**, pero que también están **fuera de fase**. Por ejemplo, la luz emitida por un led.



Si la luz está formada por **ondas de la misma frecuencia**, que viajan todas **en fase**, se dice que es **coherente**. Este tipo de luz es llamada luz **LÁSER**.





EJERCITACIÓN

Al fijarse en las características de su crema de protección solar, una estudiante observa que la crema posee una protección alta contra rayos UVA y UVB, pero no contra los rayos UVC. La estudiante se sorprende que la crema no proteja contra los rayos UVC, pues recuerda que todas esas ondas se diferencian principalmente por su longitud de onda. ¿Cuál de las siguientes hipótesis explica correctamente lo observado por la estudiante?

- A) La atmósfera terrestre bloquea el paso de la radiación UVC, pero no el de la radiación UVA y UVB.
- B) La radiación UVC no puede propagarse a través del vacío, por lo que no llega a la superficie terrestre.
- C) Las radiaciones UVA y UVB son más rápidas que la UVC, por lo que la protección debe ser focalizada en ellas.
- D) Las frecuencias de los rayos UVA y UVB son iguales, por lo que es más fácil fabricar.

Habilidad:

- Observar y plantear preguntas

A





SÍNTESIS DE LA CLASE

Espectro electromagnético

¿Qué es?

Algunas características
de las ondas
electromagnéticas

Rapidez

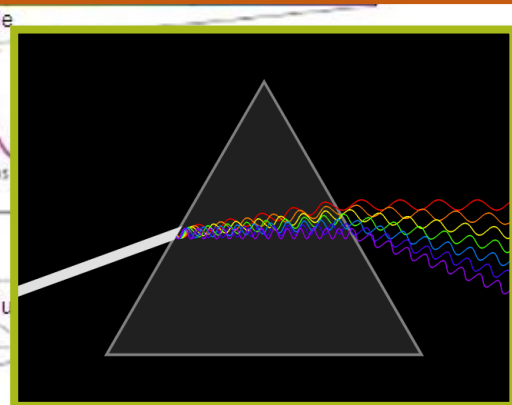
Dirección

El espectro electromagnético es una **forma de ordenar las ondas electromagnéticas según su frecuencia**, por ejemplo, de menor a mayor frecuencia.

Solo un **pequeño rango** de todas las **frecuencias** del espectro electromagnético corresponde a **luz visible**.

En los **medios materiales**, la **velocidad** de la luz **depende** de la **frecuencia** de la onda.

Baja frecuencia



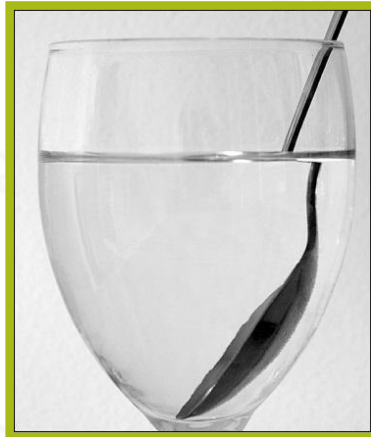
versales,
del campo
frecuencia
tadas
ción de



CONTENIDO

Fenómenos ondulatorios

Los fenómenos ondulatorios son una **serie de comportamientos** que todas las **ondas experimentan**, sin importar su tipo o naturaleza.



Nuestro objetivo es estudiar cómo estos **fenómenos** afectan a las **ondas electromagnéticas**, principalmente a la **luz**.

Reflexión

La **reflexión** consiste con una **superficie** reflejada.

Ley de reflexión

Esta ley establece que la onda incidente y la onda reflejada se encuentran en un **mismo plano**, y que ambas **forman un ángulo igual respecto a la normal**.



La normal es una **línea imaginaria perpendicular a la superficie** en el punto donde incide la onda. Los **ángulos de incidencia y reflexión** se miden con respecto a la normal.

El **radar** opera utilizando el principio de reflexión: **emite ondas de radio** que, tras ser **reflejadas** por el **objetivo**, son **captadas** nuevamente por el **dispositivo**.



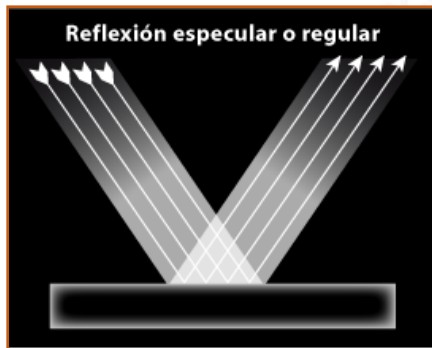
Siempre que exista reflexión se cumplirá esta ley.

$$\alpha_i = \alpha_r$$

Reflexión

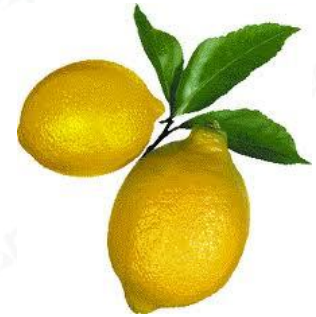
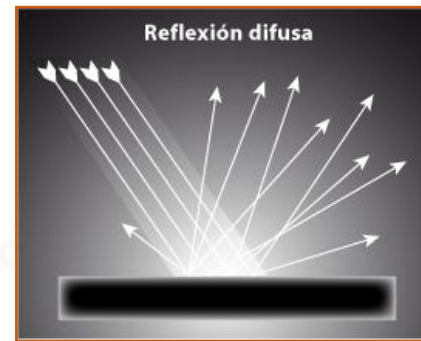
Cuando la **luz** se **refleja** sobre una superficie pueden producirse **dos tipos de reflexión**:

Especular



Se produce cuando la luz se refleja sobre una **superficie lisa**.

Difusa



Se produce cuando la luz se refleja sobre una **superficie rugosa**.

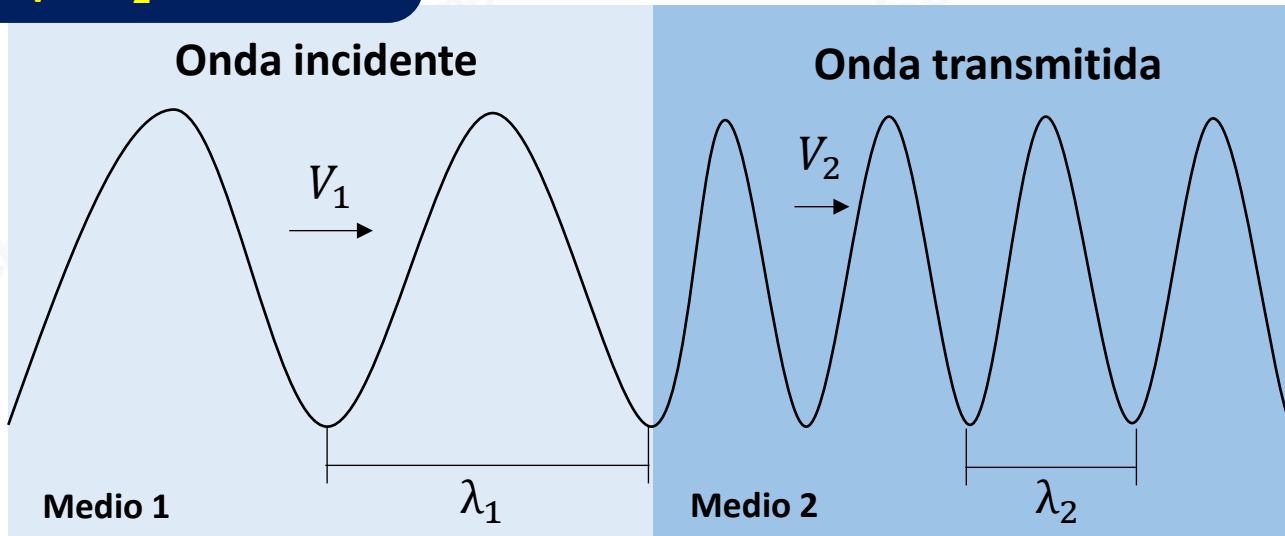
¿Por qué las superficies lisas producen una reflexión especular y las rugosas una reflexión difusa?

¿Qué tipo de reflexión ocurre en las pantallas de cine que utilizan proyectores?



Transmisión

En este caso, V_1 es mayor que V_2 , por lo que λ_1 es mayor que λ_2 .



Al transmitirse, una onda cambia su **rapidez** y **longitud de onda**, pero su **frecuencia** permanece constante.

Si la velocidad de propagación aumenta, ¿qué ocurre con la longitud de onda?

$$v = \lambda \cdot f$$

Si la velocidad aumenta, la longitud de onda también aumenta, ya que están relacionadas de manera **directamente proporcional**.



EJERCITACIÓN

Un investigador realiza un experimento en el que genera tres láseres de colores rojo, azul y verde en un medio R con un índice de refracción igual a 1, y los hace incidir en un medio Q con un índice de refracción mayor. Durante el experimento, observa que todos los colores conservan su identidad, es decir, el color rojo sigue siendo rojo, el azul sigue siendo azul y el verde sigue siendo verde en el medio Q. Sin embargo, al medir las velocidades, nota que la velocidad de las ondas, para cada color, disminuye al pasar al medio Q.

¿Qué conclusión será siempre correcta, basándose en las mediciones obtenidas por el investigador, cuando las ondas pasan del medio R al medio Q?

- A) Las ondas cambian su frecuencia.
- B) Las longitudes de onda permanecen constantes.
- C) El período de oscilación de cada onda permanece constante.
- D) La amplitud de los láseres rojo y azul varía, mientras que la del láser verde mantiene constante.

Habilidad:

- Procesar y analizar la evidencia



Absorción

Es la **capacidad** que poseen algunos **materiales** para **absorber ondas**.

Mientras **mayor es la capacidad** de un material para **absorber ondas**, **menor es su capacidad para reflejarlas**.



¿Qué ocurre con la luz visible?

Los **radiotelescopios** son antenas especializadas diseñadas para **captar ondas de radio** emitidas por **fuentes astronómicas**.



La **atmósfera terrestre** desempeña un papel fundamental en la **absorción de ciertas frecuencias** del espectro electromagnético.

Reflexión, absorción y colores

Al ser iluminados, los cuerpos **absorben** algunas ondas y **reflejan** otras. Esto produce que **percibamos los colores**.

Si el **cuerpo** es capaz de **reflejar todas las ondas**, al iluminarlo con luz blanca **lo vemos blanco**; si las **absorbe** todas, al iluminarlo con cualquier color de luz, **lo vemos negro**.

Ideal para **climas cálidos**, porque **refleja todos los colores**.



Ideal para **climas fríos**, porque **absorbe todos los colores**.



Recuerda: la luz blanca está compuesta por todos los colores del espectro visible.

Reflexión, absorción y colores

Al iluminar con **diferentes luces (blanca, roja, verde y azul)** un conjunto de 5 cuerpos opacos (esferas) se puede observar el **efecto de la luz sobre ellos**.



Esta esfera **refleja todos los colores** del espectro visible.

Esta esfera **absorbe todos los colores** del espectro visible.

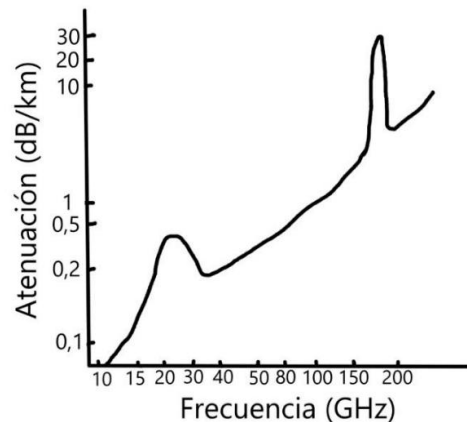
El color con el que se **observan** los objetos, depende de la **luz reflejada** en su **superficie**.



EJERCITACIÓN

Un estudio se encuentra analizando la absorción de las ondas electromagnéticas debido al vapor de agua que se encuentra en el aire. Para ello, analizan cómo afecta el vapor de agua a ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias midiendo la atenuación o reducción de intensidad que sufren a medida que se alejan de la fuente. Los resultados del estudio se encuentran en el siguiente gráfico.

¿Cuál es la tendencia que se observa en el gráfico?



Habilidad:
Procesar y analizar la evidencia



¿Qué relación entre las variables se pueden establecer a partir del gráfico?

- A) La atenuación no depende de la frecuencia de la onda.
- B) La atenuación es importante sólo en dos frecuencias específicas de la onda.
- C) Mientras mayor sea la frecuencia de la onda, la atenuación tiende a ser mayor.
- D) Mientras menor sea la frecuencia de la onda, la atenuación tiende a ser mayor.

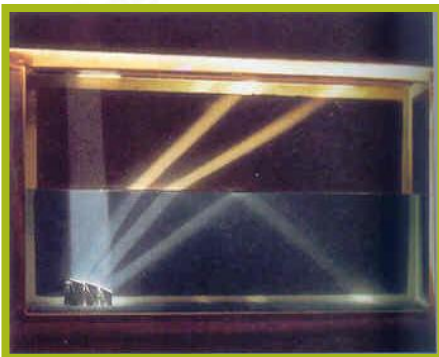
Refracción

Es el cambio en la dirección de propagación que experimenta una onda cuando se transmite a un medio diferente. Ocurre cuando **el ángulo de incidencia de la onda es distinto de 0° y 90°** , respecto de la línea imaginaria perpendicular a la superficie, denominada “normal”.



Cuando una onda se **transmite** de un **medio** a otro de **distintas características** se cumple que:

- Su **frecuencia** y **periodo** permanecen **constantes**.
- Su **rapidez** y **longitud de onda** **cambian** de manera **proporcional**.



Refracción



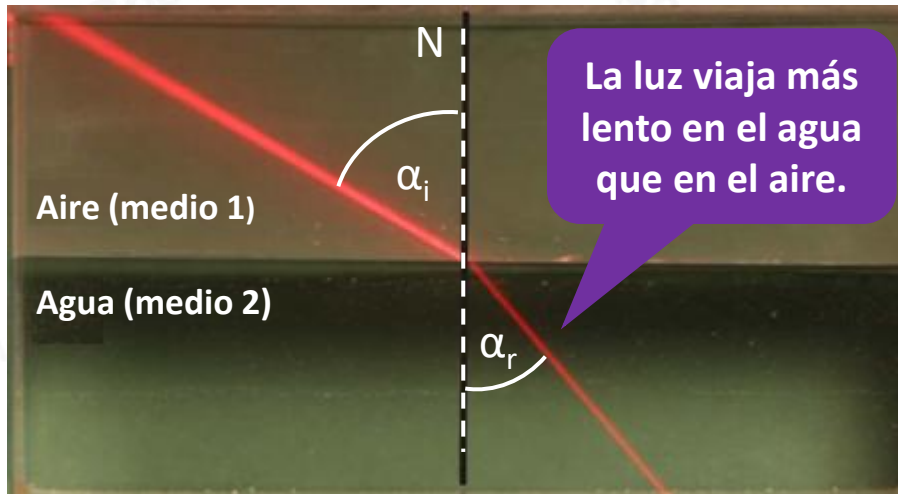
¿Recuerdas el fenómeno del espejismo en la actividad inicial?

La refracción no solo puede ocurrir al pasar de un medio a otro, sino también dentro de un mismo medio si este no es homogéneo. Por ejemplo, puede suceder si la temperatura varía en diferentes partes del medio.

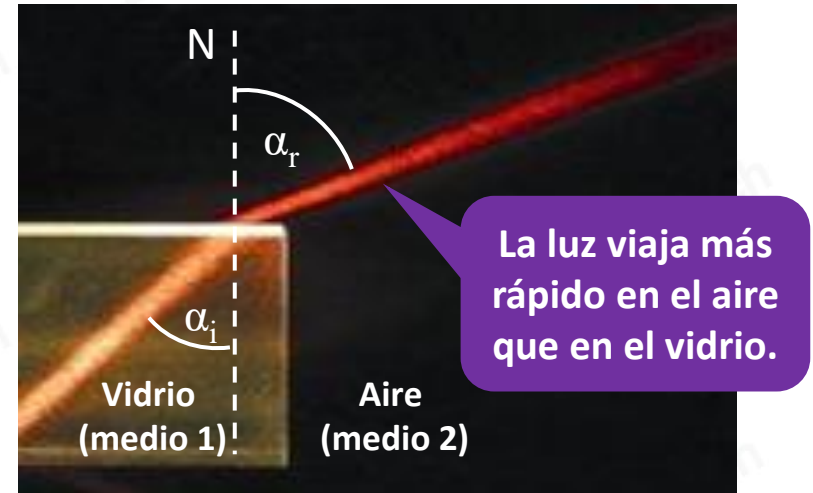


Refracción

Relación entre la velocidad de propagación y el ángulo de refracción



Si la luz se **transmite** a un medio en donde su **velocidad** de propagación **disminuye**, el rayo refractado se **acerca a la normal**.



Si la luz se **transmite** a un medio en donde su **velocidad** de propagación **aumenta**, el rayo se **aleja de la normal**.



EJERCITACIÓN

Un grupo de estudiantes observa que, al hacer incidir dos rayos luminosos distintos entre sí con un mismo ángulo de incidencia sobre la superficie del agua, estos se refractan con ángulos distintos. Luego, repiten el experimento con otros rayos luminosos, observando el mismo comportamiento de los rayos refractados del experimento anterior.

Al respecto, ¿cuál de las siguientes opciones corresponde a una pregunta de investigación relacionada directamente con lo observado?

- A) ¿Cómo influye el ángulo de incidencia?
- B) ¿Cómo influyen los medios de transmisión?
- C) ¿Qué relación hay entre la frecuencia y el ángulo de reflexión?
- D) ¿Qué relación hay entre la frecuencia del rayo incidente con el ángulo de refracción?

Recuerda que la **pregunta de investigación** incluye las variables **independiente** y **dependiente**.

¿Cuáles son algunas variables controladas del experimento?

¿Cuál es la variable independiente y dependiente?

D

Habilidad:

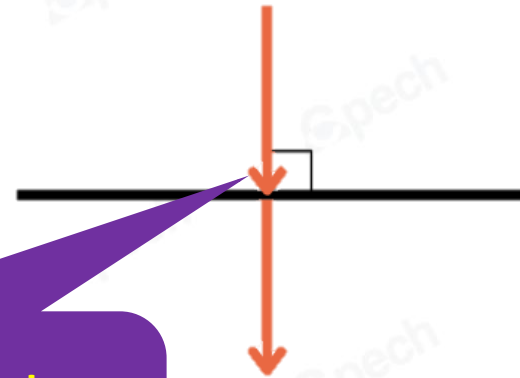
Observar y plantear preguntas



Refracción

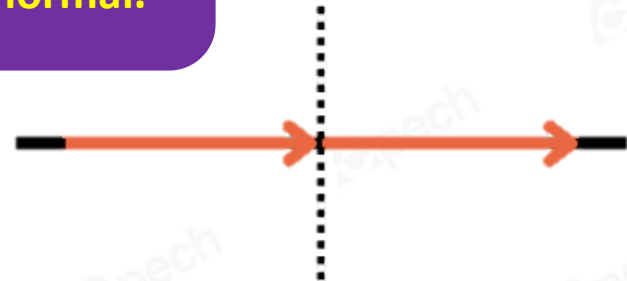
¿Qué ocurre cuando la onda incide formando un ángulo de 0° o 90° con la normal?

Cuando el **ángulo de incidencia es 0°** (es decir, la onda incide perpendicularmente a la superficie), esta **no se desvía** y sigue su trayectoria **perpendicular al plano** de la interfaz.



Recuerda que los **ángulos de incidencia, reflexión y refracción** se miden con **respecto a la normal**.

Cuando el **ángulo de incidencia es 90°** , la onda **viaja paralela** a la superficie de separación entre los dos medios y **no ingresa** al segundo medio.

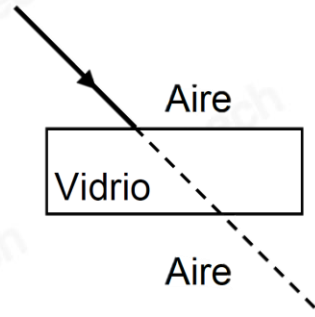




EJERCITACIÓN

Un rayo de luz monocromática incide sobre una placa de vidrio de caras paralelas, como indica la figura. La línea segmentada indica la dirección que originalmente tenía el rayo de luz.

¿Qué ocurre con la refracción cuando el ángulo de incidencia es de 0° y cuando es de 90° ?

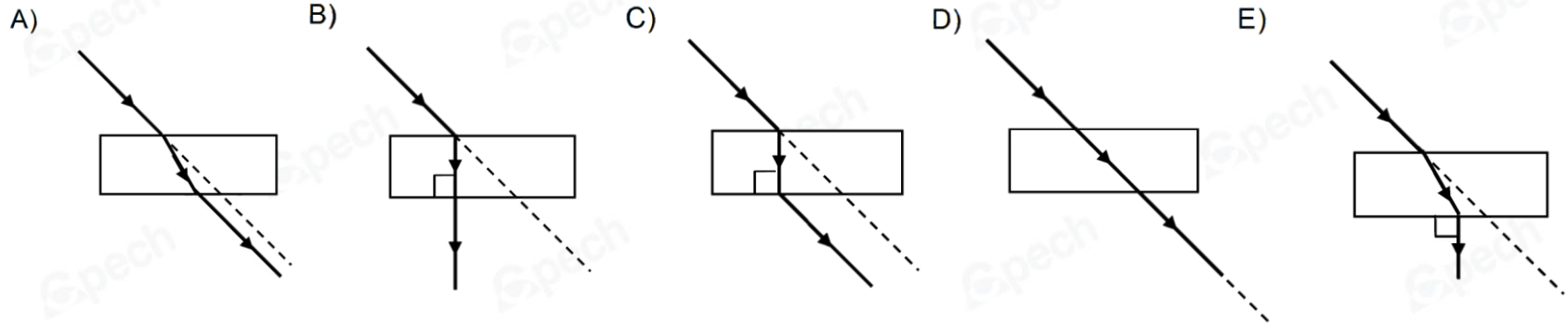


Habilidad:
Comunicar

A



El rayo atraviesa la placa y emerge al otro lado. De los esquemas presentados en las opciones, ¿cuál representa mejor la trayectoria del rayo de luz?



Refracción y reflexión total interna

La **reflexión interna total** ocurre cuando un rayo de luz **viaja** en un medio y alcanza una **interfaz** con otro **medio** de **índice de refracción menor** (en donde viajaría más rápido). Si el **ángulo** de **incidencia** del rayo es **mayor** que cierto **ángulo crítico**, todo el rayo es **reflejado** hacia el **medio original**, sin pasar al medio de menor índice de refracción.

Si deseas comprender como funciona la **reflexión total interna**. Observa el siguiente video:



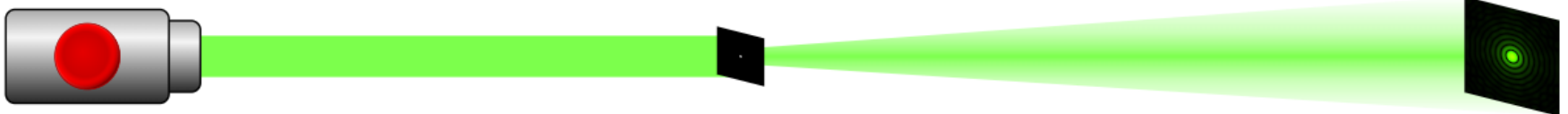
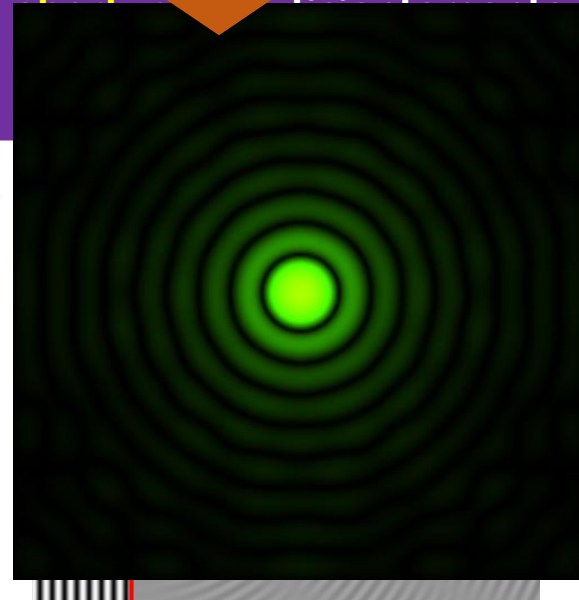
Difracción

Es la propiedad que posee una onda para rodear las aberturas.

Los **láseres** emiten un **rayo estrecho y coherente**, lo que los hace extremadamente **brillantes** y cercanos a una **luz monocromática pura**.



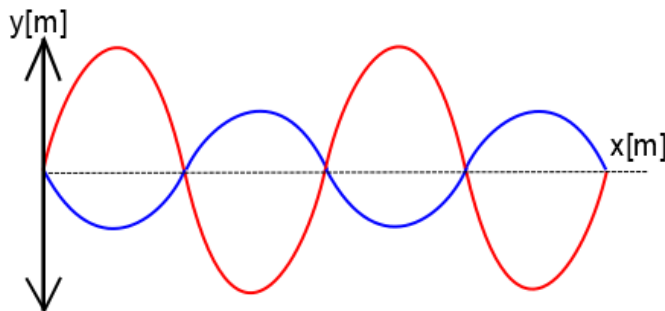
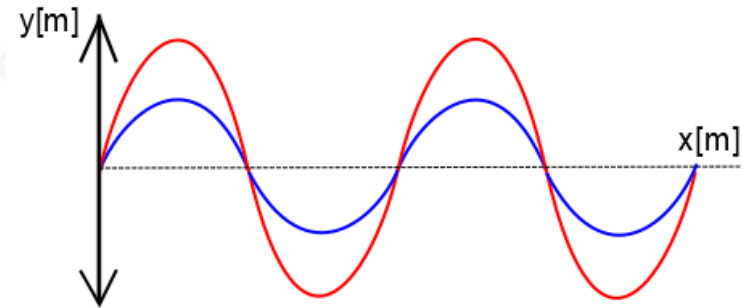
Patrón de difracción formado por un **láser**, luego de pasar por una **abertura circular**.



Interferencia

Es el fenómeno en que **dos o más ondas** se **superponen**, resultando una onda cuya **amplitud puede ser mayor o menor** que las ondas originales.

Si las ondas están en “fase”, la **interferencia** se denomina “**constructiva**”. En este caso, la **amplitud** de la onda resultante es la **suma de las amplitudes individuales** de cada onda.



Si las ondas están en “desfase”, la **interferencia** se denomina “**destructiva**”. En este caso, la **amplitud** de la onda resultante es la **resta de las amplitudes individuales** de cada onda.

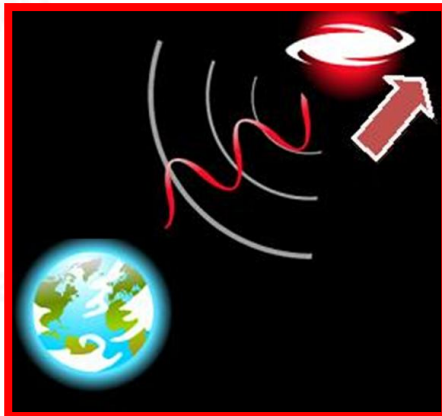
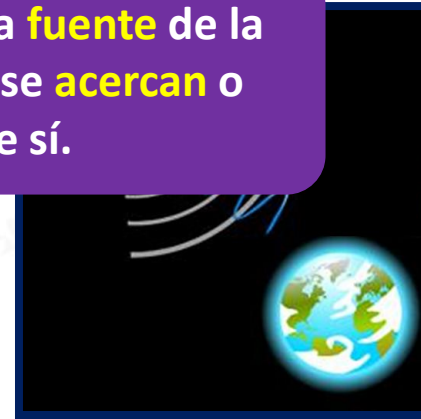
Ambos casos son **extremos**. Lo más **común** es que en la interferencia se de una **combinación de ellos**.

Efecto Doppler

El **efecto Doppler** es el **cambio aparente** en la **frecuencia** de una onda, causado por el **movimiento relativo** entre la **fuentes de la onda** y el **observador**.

Si la **fuentes de luz** se **acercan** (o el observador se **acercan**), la **longitud de onda** de la luz parecerá **corta** y su **frecuencia aparente** será **mayor**. Esto se conoce como el **desplazamiento hacia el azul**.

Esto quiere decir que la **fuentes** de la onda y el **observador** se **acercan** o **separan** entre sí.



Si la **fuentes de luz** se **aleja** del observador (o el observador se **aleja** de la fuente), la **longitud de onda** de la luz parecerá **más larga** y su **frecuencia aparente** será **menor**. Esto se conoce como el **desplazamiento hacia el rojo**.

Efecto Doppler

A bajas velocidades este fenómeno es prácticamente imperceptible. Pero cuando hablamos de velocidades altas, se puede apreciar un cambio en la frecuencia de las ondas de luz. Es por esto **que este efecto se utiliza en la astronomía** para medir la rapidez y el sentido del movimiento de los objetos celestes, como estrellas y galaxias.

Si el emisor y receptor se mantienen a una distancia constante, la onda se percibe con igual frecuencia que la emitida por la fuente. Es decir, que **no hay presencia de efecto Doppler**.



Una importante **aplicación tecnológica del efecto Doppler** es el **radar de tráfico**, que permite **determinar la velocidad de los vehículos**.



Aplicaciones de las ondas electromagnéticas

El estudio de las ondas electromagnéticas nos ha permitido tener un **conocimiento profundo** de su naturaleza y comportamiento, lo que ha dado lugar a diversas **aplicaciones en comunicación, medicina y tecnología.**

Radio: el emisor utiliza una **antena transmisora** para enviar el **sonido en forma de ondas de radio** por el aire y luego podemos sintonizar esta señal en la radio haciendo coincidir su **frecuencia**.

Teléfono celular: emite y recibe ondas electromagnéticas de las torres de telefonía, que a su vez son el nexo con el otro dispositivo con el que se quiere comunicar.

Televisor: capta las señales electromagnéticas que provienen del **canal emisor**, para luego **convertirlas** en señales de luz que podemos ver.





EJERCITACIÓN

La calidad de una transmisión de televisión mediante ondas electromagnéticas está directamente relacionada con la potencia de la onda emitida. En vista de esto, el equipo técnico de un canal de televisión estudia innovaciones para mejorar la calidad de su servicio y ampliar la señal de transmisión de su canal, dado que actualmente solo tienen un alcance regional. ¿Cuál de las siguientes preguntas de investigación permitiría realizar una investigación orientada al objetivo del canal?

- A) ¿Cuál es el rango de frecuencias que alcanza una mayor distancia de transmisión para una señal de televisión?
- B) ¿Cuáles son las ventajas del uso de la banda de frecuencias de radio para la transmisión de la señal de televisión?
- C) ¿Cómo se puede mejorar la potencia de la onda de la señal de televisión transmitida a través de ondas electromagnéticas?
- D) ¿Cuál es el rango de frecuencias que tiene la mejor relación distancia/potencia para la transmisión de la señal de televisión?

Habilidad:

- Observar y plantear preguntas

D





SÍNTESIS DE LA CLASE

Fenómenos ondulatorios

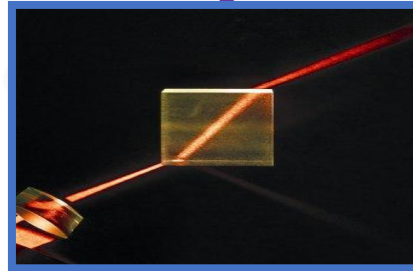
Reflexión



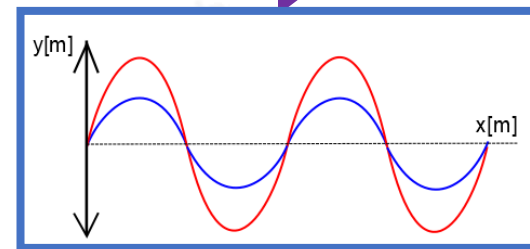
Absorción



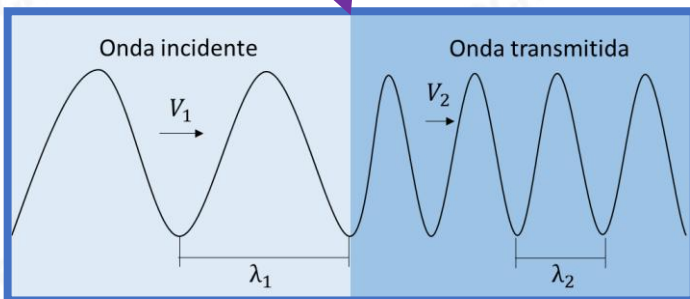
Refracción



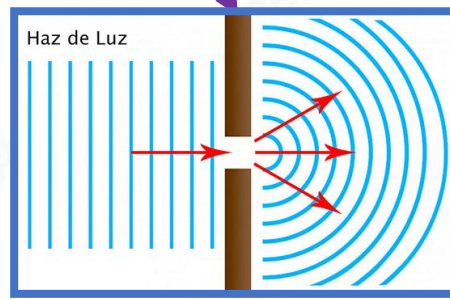
Interferencia



Transmisión



Difracción



Efecto Doppler

