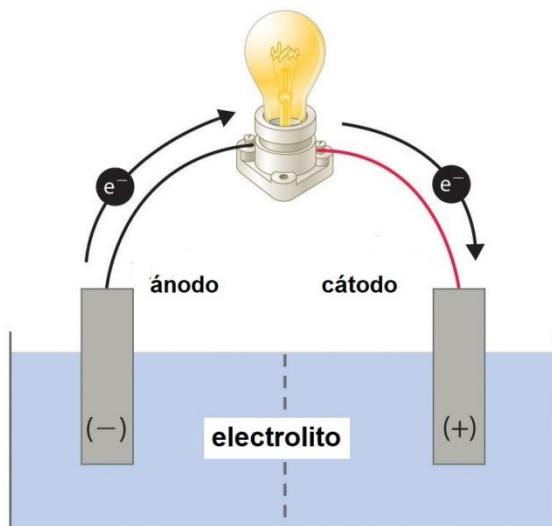


Celdas electroquímicas

Una celda electroquímica es un dispositivo por el cual se genera electricidad mediante una reacción química (celda Galvánica), o también cuando se produce una reacción química al suministrar una energía eléctrica al sistema (celda Electrolítica).

Los procesos electroquímicos que se llevan a cabo en las celdas son conocidos como “reacciones electroquímicas” o “reacción redox” donde se produce una transferencia de electrones de una sustancia a otra, éstas son reacciones de oxidación-reducción.

Una celda electroquímica consta de dos electrodos (ánodo y cátodo), sumergidos en soluciones apropiadas (solución electrolítica), los cuales se encuentran unidos por un puente salino y conectados por un voltímetro que permite el paso de los electrones.



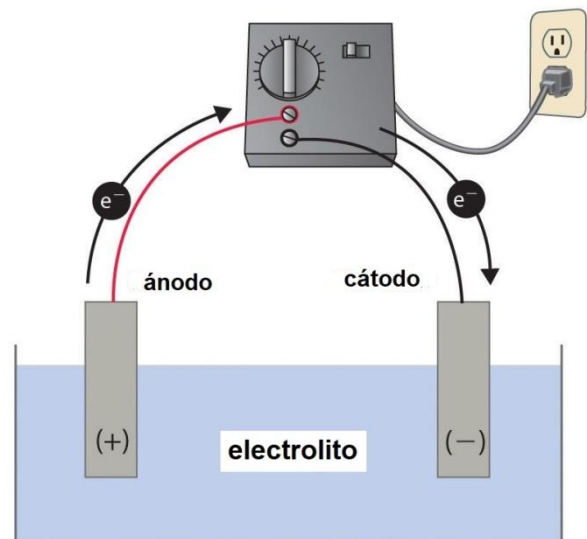
Celda Galvánica

La celda galvánica transforma la energía liberada por una reacción redox espontánea en energía eléctrica y es utilizada para realizar trabajos. Las reacciones oxidativas y reductoras ocurren en compartimentos separados que están conectados por un circuito eléctrico externo; además, es necesaria una segunda conexión que permita que los iones fluyan entre los compartimientos (una línea discontinua vertical que representa una barrera porosa) para mantener neutralidad eléctrica.

La diferencia de potencial entre los electrodos (voltaje) hace que los electrones fluyan del reductor al oxidante a través del circuito externo, generando una corriente eléctrica.

En cada electrodo tiene lugar una reacción redox:

- El ánodo, es el electrodo en el que tiene lugar la oxidación.
- El cátodo, es el electrodo en el que tiene lugar la reducción.
- Un electrolito o solución electrolítica es cualquier sustancia que contiene en su composición iones libres, que hacen que se comporte como un conductor eléctrico.



Celda electrolítica

La celda electrolítica utiliza una fuente externa de energía eléctrica para generar una diferencia de potencial entre los electrodos que obliga a los electrones a fluir, impulsando una reacción redox no espontánea; se emplea un solo compartimento en la mayoría de las aplicaciones.

Las celdas Galvánicas a su vez se clasifican en dos categorías:

- Las **celdas primarias** transforman la energía química en energía eléctrica de manera irreversible. Cuando se agota la cantidad inicial de reactivos presentes en la pila, la energía no puede ser fácilmente restaurada o devuelta a la celda electroquímica por medios eléctricos. Este tipo de celdas pueden producir corriente inmediatamente después de su conexión. Un ejemplo de estas celdas son las pilas comunes las cuales son utilizadas una sola vez y desechadas posteriormente; este tipo de pilas desechables no pueden ser recargadas, ya que las reacciones químicas no son fácilmente reversibles y los materiales activos no pueden volver a su forma original.
- Las **celdas secundarias** pueden ser recargadas, es decir, que pueden revertir sus reacciones químicas mediante el suministro de energía eléctrica a la celda, hasta el restablecimiento de su composición original. Estas celdas deben ser cargadas antes de su uso y por lo general son ensambladas con materiales y objetos activos en el estado de baja energía (descarga). Las celdas secundarias se pueden recargar mediante la aplicación de una corriente eléctrica, que invierte las reacciones químicas que se producen durante su uso.
Un ejemplo de este tipo de celda es la batería de plomo-ácido; la cual contiene un líquido ácido en un recipiente sellado, pero se requiere que la celda mantenga una posición vertical y la zona donde se encuentre debe de estar bien ventilada para garantizar la seguridad de la dispersión del gas hidrógeno producido por las celdas durante la sobrecarga. Regularmente se emplea debido a su bajo costo de fabricación y su gran capacidad (más de 10 Amper por hora) de almacenamiento o cuando no importan el peso y la escasa facilidad de manejo.

Ejemplo:

De las siguientes opciones que se muestran, elige las características y/o ejemplos de una celda electroquímica secundaria.

1. La reacción electroquímica se da en un solo sentido, es decir, el proceso no es reversible.
2. Se emplean para crear baterías recargables.
3. Se aplican principalmente en las pilas desechables.
4. Algunos ejemplos son la pila de Volta y las pilas secas.
5. Las pilas de ácido – plomo son un ejemplo de este tipo de celda.

- A) Primarias
- B) Secundarias
- C) primarias – secundarias
- D) secundarias – primarias

A) 1, 3

B) 1, 4

C) 2, 4

D) 2, 5

Solución:

La característica principal de las celdas secundarias es que pueden ser recargadas, es decir, que pueden revertir sus reacciones químicas mediante el suministro de energía eléctrica a la celda, hasta el restablecimiento de su composición original y una celda de este tipo es la batería de plomo-ácido, la cual contiene un líquido ácido en un recipiente sellado y que se emplea bastante debido a su bajo costo de fabricación y su gran capacidad de almacenamiento, entonces, la respuesta correcta es el inciso "D".

Ejemplo:

Una celda electroquímica se forma con dos conductores llamados electrodos que están sumergidos en una solución _____ cuya finalidad es producir electricidad mediante una reacción redox espontánea. Se considera que es una celda electroquímica _____ si la reacción no es reversible.

- A) concentrada – secundaria
- B) electrolítica – secundaria
- C) electrolítica – primaria
- D) diluida – primaria

Solución:

Recuerda que la celda electroquímica esté formada por dos electrodos y un **electrolito** o **solución electrolítica**, la cual es una sustancia que contiene en su composición iones libres, que hacen que se comporte como un conductor eléctrico. Además, las **celdas primarias** transforman la energía química en energía eléctrica, de manera irreversible. Cuando se agota la cantidad inicial de reactivos presentes en la pila, la energía no puede ser fácilmente restaurada o devuelta a la celda electroquímica por medios eléctricos. Mientras que las **celdas secundarias** pueden ser recargadas, es decir, que pueden revertir sus reacciones químicas mediante el suministro de energía eléctrica a la celda, hasta el restablecimiento de su composición original, por lo tanto, la respuesta correcta es el inciso "C".

Ejercicios

1. Las celdas _____ pueden revertir sus reacciones químicas mediante el suministro de energía eléctrica a la celda, hasta el restablecimiento de su composición original.
 - A) Primarias
 - B) Secundarias
 - C) primarias – secundarias
 - D) secundarias – primarias

2. De las siguientes opciones que se muestran, elige las características y/o ejemplos de una celda electroquímica primaria.
 1. La reacción electroquímica se da en un solo sentido, es decir, el proceso no es reversible.
 2. Se emplean para crear baterías recargables.
 3. Se aplican principalmente en las pilas desechables.
 4. Algunos ejemplos son la pila de Volta y las pilas secas.
 5. Las pilas de ácido – plomo son un ejemplo de este tipo de celda.

A) 1, 3

B) 1, 4

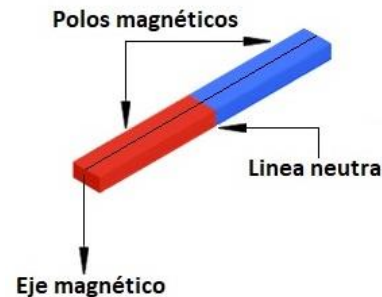
C) 2, 4

D) 2, 5

Magnetismo

El magnetismo es un fenómeno físico que presentan algunos objetos, y consiste en atraer a otros cuerpos cercanos a ellos debido a la interacción magnética de estos cuerpos. Un ejemplo de los materiales que forman estos objetos son el hierro, níquel o cobalto.

Los objetos que tienen esta propiedad de atraer a otros elementos reciben el nombre de imanes, que son naturales o artificiales; y las partes que lo forman: son los dos polos magnéticos (Norte – Sur), el eje magnético y la línea neutra (que es la línea que divide a los polos); un imán se muestra en la siguiente figura:



Los imanes cumplen con una ley de interacción entre sus polos; esta ley establece lo siguiente, "los polos magnéticos con diferente signo se atraen (Figura 1) y los polos magnéticos con el mismo signo se repelen (Figura 2)". El campo magnético es la región del espacio donde actúan las líneas de fuerza generadas por un imán (líneas cerradas que van del polo Norte al Sur). Los polos son los extremos del imán y son las zonas de mayor interacción con otros materiales; en el caso de que existan 2 imanes contiguos como en las figuras, la mayor intensidad del campo magnético se presenta en la zona del centro del arreglo (en donde coinciden los polos opuestos o iguales). Las unidades del campo magnético en el sistema internacional son los teslas (T).

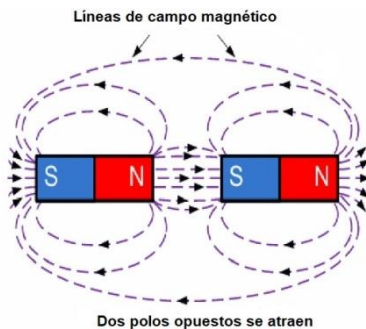


Figura 1

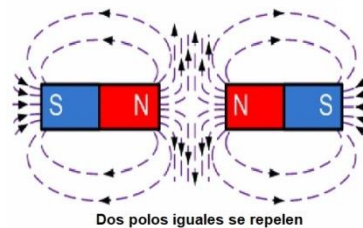


Figura 2

La clasificación de las **sustancias magnéticas** es:

- **Ferromagnéticas:** sustancias intensamente magnéticas y de permeabilidad magnética muy alta, un ejemplo de éstas son el hierro, cobalto, níquel y alguna de sus aleaciones.
- **Paramagnéticas:** son sustancias que aumentan la intensidad del campo magnético, aunque no tan intensamente como las ferromagnéticas y su magnetización es débil y temporal, depende de la presencia del campo magnético externo. Las sustancias paramagnéticas tienen una permeabilidad magnética mayor que la unidad, algunos ejemplos son el aluminio, litio, platino e iridio.
- **Diamagnéticas:** son sustancias que disminuyen la intensidad de un campo magnético, su permeabilidad magnética es menor que la unidad, por ejemplo el bismuto, cobre, plata, oro y mercurio. Dichas sustancias se magnetizan débilmente en sentido opuesto al del campo magnético aplicado.

Métodos para magnetizar un cuerpo formado por materiales ferromagnéticos:

- **Contacto:** se presenta cuando un extremo del material a magnetizar hace contacto permanente con el polo de un imán; enseguida los dipolos moleculares del material se orientan en su interior, apareciendo dos polos en los extremos; en el extremo que hace contacto con un polo sur por ejemplo, aparece un norte y un sur en el otro extremo.
- **Frotamiento o fricción:** esta manera de magnetizar un material ferromagnético es frotándolo con el polo de un imán en una sola dirección, al hacerlo así, la región del material que se frota con el polo adquiere un polo contrario al del imán, transmitiéndose el efecto hasta el otro extremo donde se forma un polo contrario al formado durante el frotamiento.

- **Inducción:** colocando a los cuerpos dentro de campos magnéticos intensos ya que al magnetizar un material ferromagnético, teóricamente, los dipolos magnéticos o los dominios, en el interior del material, se orientan en dirección del campo, de manera semejante a la orientación de una brújula en el campo de la Tierra. Si los materiales son de alta remanencia, se tienen imanes permanentes, si son de baja se obtienen imanes temporales.

El experimento de Oersted

El conocimiento del magnetismo estuvo limitado a los estudios y experimentos que se realizaban con los imanes, y no fue hasta el año de 1820 cuando el científico danés Hans Cristian Oersted descubrió que en un hilo conductor, por donde hace circular una corriente eléctrica, genera una perturbación magnética a su alrededor, al grado que esa perturbación llegaba a mover una aguja metálica situada cerca del hilo. Este hecho fue el inicio de una serie de experimentos realizados por algunos otros científicos en busca de la vinculación de ambos fenómenos (la electricidad y el magnetismo), y dar paso al estudio del electromagnetismo.

Ejemplo:

Los imanes tienen la propiedad de atraer a otros cuerpos. ¿Cuáles son las partes que lo conforman?

- Polo Norte y polo Sur
- Polo positivo y polo negativo
- Extremos positivo y negativo
- Eje magnético, línea neutral y dos polos

A) a B) b C) c D) d

Solución:

Los imanes (naturales o artificiales), son materiales que son capaces de atraer a otros cuerpos cercanos a ellos debido a la interacción magnética y las partes que forman a dichos elementos, que son los dos polos magnéticos, el eje magnético y la línea neutra, en consecuencia, la respuesta correcta es el inciso "D".

Ejemplo:

Relaciona el tipo de material con su principal característica:

Tipo de material	Característica
1. Diamagnéticas	a. Se magnetizan fuertemente, aún en ausencia de campo exterior.
2. Paramagnéticas	b. Su magnetización es débil y temporal, depende de la presencia del campo magnético externo.
3. Ferromagnéticas	c. Se magnetizan débilmente en sentido opuesto al del campo magnético aplicado.

A) 1a, 2b, 3c B) 1c, 2a, 3b C) 1a, 2c, 3b D) 1c, 2b, 3a

Solución:

Recuerda que las sustancias magnéticas se clasifican de acuerdo al material del que se conforman como:

- **Ferromagnéticas:** sustancias intensamente magnéticas y de permeabilidad magnética muy alta, aún en ausencia de un campo magnético exterior un ejemplo de éstas son el hierro, cobalto, y el níquel.
- **Paramagnéticas:** son sustancias que aumentan la intensidad del campo magnético, aunque no tan intensamente como las ferromagnéticas, su magnetización es débil y temporal, depende de la presencia del campo magnético externo. Las sustancias paramagnéticas tienen una permeabilidad magnética mayor que la unidad, algunos ejemplos son el aluminio, litio, platino e iridio.

- **Diamagnéticas:** son sustancias que disminuyen la intensidad de un campo magnético, su permeabilidad magnética es menor que la unidad, por ejemplo el bismuto, cobre, plata, oro y mercurio. Estas sustancias se magnetizan débilmente en sentido opuesto al del campo magnético aplicado.

Por lo tanto, la respuesta correcta es el inciso "D".

La ley de Coulomb para el magnetismo

Esta ley es semejante a la ley de Coulomb para la electrostática y se aplica de forma parecida; lo cierto es que es experimental y cuantitativa, es decir nos ayuda a estimar la magnitud de la fuerza entre dos polos magnéticos independientes y puntuales; esto es porque existe una dificultad en el magnetismo, debido a que no se encuentran polos magnéticos aislados y el hecho dificulta los experimentos, pero para solventar este problema se utilizan imanes de bolas, o con formas regulares, para así acercarse a la idea del Monopolo. Así esta ley establece que la fuerza entre dichos polos en el vacío es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las masas magnéticas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que las separa. El modelo matemático propuesto es:

$$F = k \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Donde:

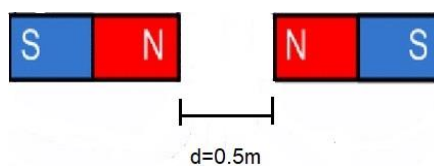
k = constante de proporcionalidad $\left[1 \times 10^{-7} \frac{\text{Wb}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \right]$

m_1, m_2 = masas magnéticas $[\text{Amper metro} = \text{A} \cdot \text{m}]$

r = distancia entre los polos magnéticos $[\text{m}]$

Ejemplo:

Calcular las fuerzas ejercidas por los polos positivos de dos imanes separados a una distancia de 0.5m y cuyas intensidades son $m_1 = 2 \times 10^{-3} \text{Am}$ y $m_2 = 3 \times 10^{-4} \text{Am}$. Considera $k = 1 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$



- A) $-2.4 \times 10^{-14} \text{N}$
- B) $24 \times 10^{-13} \text{N}$
- C) $4.2 \times 10^{-13} \text{N}$
- D) $2.4 \times 10^{-13} \text{N}$

Solución:

Se toman los datos del problema:

Datos

Fórmula

Sustitución y resultado

$$m_1 = 2 \times 10^{-3} \text{Am}$$

$$m_2 = 3 \times 10^{-4} \text{Am}$$

$$r = 0.5 \text{m}$$

$$F = k \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$F = \left(1 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \right) \frac{(2 \times 10^{-3} \text{A} \cdot \text{m}) \cdot (3 \times 10^{-4} \text{A} \cdot \text{m})}{(0.5 \text{m})^2}$$

$$k = 1 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$$

$$F = \left(1 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \right) \left(\frac{6 \times 10^{-7} \text{ A}^2 \cdot \text{m}^2}{0.25 \text{ m}^2} \right)$$

$$F = \left(1 \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \right) (24 \times 10^{-7} \text{ A}^2)$$

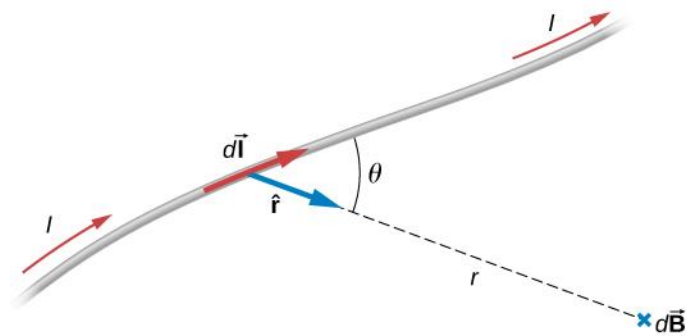
$$F = 24 \times 10^{-14} \text{ N} = 2.4 \times 10^{-13} \text{ N}$$

Por lo tanto, la respuesta correcta es el inciso "D".

Ley de Biot – Savart

La ley de Biot – Savart es empleada para calcular el campo magnético producido por una corriente eléctrica que circula a través de un conductor, esta ley estudia la interacción entre un cable recto conductor de corriente y un imán permanente y establece que en cualquier punto P , el campo magnético $d\vec{B}$, debido a un elemento $d\vec{l}$, de un cable conductor de corriente está dado por la integral:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_{\text{cable}} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$



Donde:

μ_0 = permeabilidad del espacio libre

$$\left[4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}} \right]$$

$I d\vec{l}$ = elemento de corriente

$$[\text{A} = \text{Amper}]$$

r = distancia desde $d\vec{l}$ a P

$$[\text{m}]$$

\hat{r} = vector unitario que apunta desde $d\vec{l}$ a P

\vec{B} = campo magnético

$$[\text{T} = \text{Tesla}]$$

Flujo magnético

El flujo magnético es una medida del campo magnético \vec{B} , que atraviesa una superficie S . Es una magnitud escalar que resulta proporcional al número de líneas de campo magnético que atraviesan la superficie S , y se define a partir de la expresión:

$$\phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Si el campo magnético es constante entonces, el flujo magnético se puede definir como el producto escalar del vector campo por el vector de superficie, y cuyo modelo matemático es:

$$\phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

Donde:

ϕ = flujo magnético

$$\left[\text{Weber} = \text{Wb} = 1 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} \right]$$

B = campo magnético

$$[\text{T} = \text{Tesla}]$$

S = superficie $[m^2]$

θ = ángulo entre la superficie y el campo magnético

Ejemplo:

Una espira circular de 3cm de radio es atravesada por un campo magnético de 0.25T. Determina el flujo magnético cuando la espira tiene una posición de 75° con respecto al campo. Considera $\cos 75^\circ = 0.2588$

- A) $1.829 \times 10^{-4} Tm^2$
- B) $7.829 \times 10^{-4} Tm^2$
- C) $12.829 \times 10^{-4} Tm^2$
- D) $17.829 \times 10^{-4} Tm^2$

Solución:

Para determinar la superficie de la espira se transforman los centímetros a metros:

Datos	Fórmulas	Sustituciones y resultado
$B = 0.25T$	$S = \pi \cdot r^2$	$\phi = (0.25T)(\pi)(0.03m)^2(0.2588)$
$r = 3cm = 0.03m$	$\phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$	$\phi = (0.25T)(3.1415)(9 \times 10^{-4} m^2)(0.2588)$
$\cos 75^\circ = 0.2588$	$\phi = B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos \theta$	$\phi = 1.829 \times 10^{-4} Tm^2$
$S = ?$		
$\phi = ?$		

En consecuencia, la respuesta correcta es el inciso "A".

Ley de Gauss para el magnetismo

La ley de Gauss para el magnetismo es una de las cuatro ecuaciones de Maxwell, que forman la base de la electrodinámica clásica, y enuncia que, el flujo magnético neto exterior de cualquier superficie cerrada es cero. En un dipolo magnético, cualquier superficie encerrada contiene el mismo flujo magnético dirigido hacia el polo Sur que el flujo magnético proveniente del polo Norte. En las fuentes dipolares, el flujo neto siempre es cero, y su modelo matemático es:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

Mientras que la ley de Gauss para la electricidad enuncia que el flujo eléctrico exterior de cualquier superficie cerrada es proporcional a la carga total encerrada dentro de la superficie. Cuando se aplica la ley de Gauss a un campo eléctrico de una carga puntual, se puede ver que es consistente con la ley de Coulomb, y su modelo matemático es:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_0} = 4\pi kq$$

La inducción magnética

La inducción magnética es el proceso mediante el cual campos magnéticos generan campos eléctricos. Al generarse un campo eléctrico en un material conductor, los portadores de carga se verán sometidos a una fuerza y se inducirá una corriente eléctrica en el conductor.

La fuerza electromotriz ϵ (f.e.m.) de una fuente se define como el trabajo realizado por el dispositivo por unidad de carga, en consecuencia las unidades de fuerza electromotriz son los volts. Cuando un campo

magnético genera una corriente eléctrica en un conductor, es porque aparece una f.e.m. (llamada f.e.m. inducida) de modo que las cargas del conductor se mueven generando una corriente (corriente inducida).

Hay dos leyes fundamentales que describen la inducción magnética:

- **La ley de Faraday**, explica la interacción entre la fuerza electromotriz inducida y el campo magnético, mediante la razón de cambio de flujo magnético que pasa a través de una espira (o lazo) con la magnitud de la fuerza electromotriz ε (f.e.m.) inducida en la espira y su modelo matemático es:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

Donde: ε = f.e.m. inducida [Volt = V]

$d\phi$ = flujo magnético [Weber = Wb]

dt = variación de tiempo [s]

La fuerza electromotriz ε (f.e.m.), es la diferencia de potencial a través de la espira *descargada* (es decir, cuando la resistencia en el circuito es alta).

- **La ley de Lenz** es una consecuencia del principio de conservación de la energía aplicado a la inducción electromagnética. Mientras que la ley de Faraday nos indica la magnitud de la fuerza electromotriz ε (f.e.m.) producida, la ley de Lenz nos dice en qué dirección fluye la corriente, y establece que la dirección siempre es tal que **se opone al cambio de flujo que la produce**. Esto significa que cada campo magnético generado por una corriente inducida va en la dirección **opuesta** al cambio en el campo original.

Campo magnético inducido por un conductor recto

La magnitud del campo magnético "**B**", inducido por un conductor recto por el que circula una intensidad de corriente "**I**" a una determinada distancia "**R**" del conductor, se obtiene con la fórmula:

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot R}$$

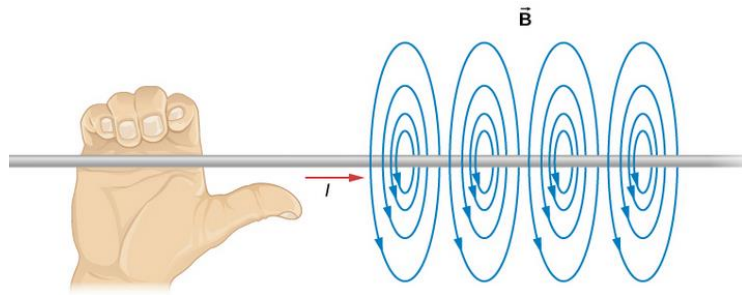
Donde: I = intensidad de corriente eléctrica [A] μ = permeabilidad del medio $\left[\frac{T \cdot m}{A} \right]$

d = distancia [m] $\pi = 3.1416$

B = magnitud del campo magnético [T = Teslas]

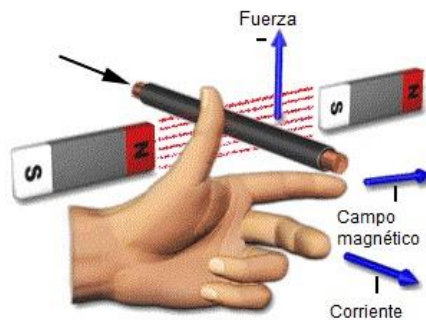
Si el medio que rodea al conductor es el vacío, entonces $\mu = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$

Es importante mencionar que las líneas de campo magnético que son generadas alrededor de un conductor recto, son circulares y centradas en el cable, además son idénticas en todos los planos perpendiculares a éste. Debido a que el campo disminuye con la distancia al cable, el espaciado de las líneas de campo debe aumentar de forma correspondiente con la distancia. La dirección de este campo magnético se puede determinar mediante la **regla de la mano derecha** (como se muestran en la figura). Si se sujeta el cable con la mano derecha de forma que el pulgar apunte a lo largo de la corriente, entonces, los dedos envuelven el cable en el mismo sentido que \vec{B} .



La regla de la mano izquierda

La regla de la mano izquierda o regla de la mano izquierda de Fleming es empleada cuando se desea conocer el sentido y dirección del flujo magnético a través de la corriente eléctrica que se utiliza para hacer funcionar un motor de corriente continua.



En la imagen, el dedo pulgar representa la dirección de la fuerza que tendrá esa parte del cable al circular corriente eléctrica, mientras que el dedo índice representa la dirección del campo magnético, que va desde el polo norte en dirección al polo sur y el dedo medio indica la dirección que tiene la corriente eléctrica que circula por el cable.

Ley de Lorentz

La ley de Lorentz establece que una partícula cargada "q" que circula a una velocidad \vec{v} , por un punto en el que existe una intensidad de campo magnético \vec{B} , sufrirá la acción de una fuerza \vec{F} , el valor de la fuerza, es directamente proporcional a los valores de "q", \vec{B} y \vec{v} , y su modelo matemático es:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

Entonces, se puede afirmar que los campos magnéticos son generados por cargas en movimiento y sólo ejercen una acción sobre cargas eléctricas que se encuentran en movimiento. Además la fuerza magnética es perpendicular a las líneas de campo \vec{B} .

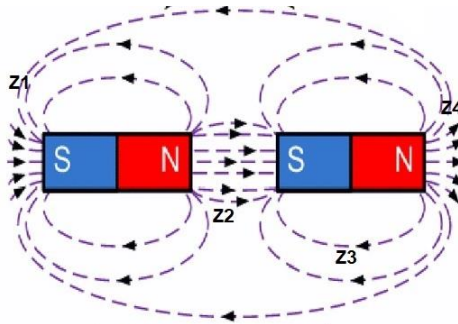
Si la carga "q" se encuentra además bajo la acción de un campo eléctrico \vec{E} , la fuerza resultante que actúa sobre ella es lo que se conoce como **fuerza de Lorentz** y su modelo matemático es:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} + q\vec{E}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B} + \vec{E})$$

Ejercicios

- En un imán, las zonas de mayor interacción con otros materiales se denominan _____, pero se identifican como _____ y _____ por convención.
 - lados – positivo – negativo
 - polos – positivo – neutro
 - extremos – norte – sur
 - polos – norte – sur**
- La región del espacio donde se pone de manifiesto la acción de un imán se llama campo magnético y se representa mediante líneas:
 - perpendiculares al campo magnético
 - rectas tangentes al campo magnético
 - cerradas y que van del polo norte al polo sur**
 - cerradas y que van del polo sur al polo norte
- Identifica en qué zona la interacción entre los imanes presenta la mayor intensidad.



- A) 1 **B) 2** C) 3 D) 4

- Relaciona el método de magnetización con su característica:

Método

Característica

- | | |
|----------------|---|
| 1. Contacto | a. Consiste en colocar el material dentro de campos magnéticos intensos. |
| 2. Frotamiento | b. Consiste en permitir que un extremo del material a magnetizar haga contacto permanente con el polo de un imán. |
| 3. Inducción | c. Consiste en friccionar el material con el polo de un imán en una sola dirección. |

- A) 1a, 2b, 3c **B) 1b, 2c, 3a** C) 1a, 2c, 3b D) 1b, 2a, 3c

- El experimento de _____ permitió demostrar la conexión entre los fenómenos eléctricos y magnéticos, mediante la colocación de una brújula cerca de una corriente eléctrica.

- A) Faraday **B) Oersted** C) Lorentz D) Lenz

- La ley de _____ establece que el campo magnético creado por un conductor en un punto P es la integral del campo creado por el elemento de una corriente eléctrica que fluye por un circuito.

- A) Lenz B) Amper C) Faraday **D) Biot – Savart**

7. La ley de Gauss para campos _____ expresa que el flujo total que atraviesa una superficie cerrada es cero, mientras que para campos _____ el resultado es proporcional a la carga cerrada.

- A) magnéticos – eléctricos
- B) eléctricos – uniformes
- C) eléctricos – magnéticos
- D) magnético – no uniformes

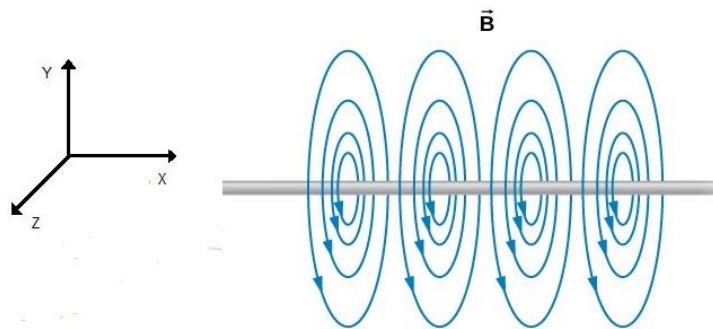
8. El proceso mediante el cual campos magnéticos generan campos eléctricos se conoce como _____ y se representa mediante un vector.

- A) inducción magnética
- B) inducción eléctrica
- C) fuerza magnética
- D) campo magnético

9. La ley de _____ establece que cualquier efecto de inducción tiende a oponerse al cambio que lo ocasiona.

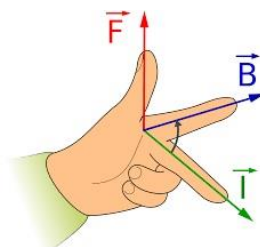
- A) Lenz B) Gauss C) Amper D) Faraday

10. De acuerdo con la imagen, determina en qué sentido debe ir la corriente sobre el hilo conductor.



- A) Eje Z positivo
- B) Eje Y negativo
- C) Eje Z negativo
- D) Eje X negativo

11. De acuerdo con la imagen, debe aplicarse la regla de _____ si se pretende conocer la dirección del campo magnético cuando la corriente eléctrica es generada por un motor de corriente continua.



- A) la dirección del campo magnético
- B) la mano izquierda
- C) corriente generada por un motor
- D) la mano derecha

12. ¿Cómo se conoce a la fuerza calculada mediante la expresión $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B} + \vec{E})$?

A) Eléctrica

B) Magnética

C) De tensión

D) Ley de Lorentz

13. ¿Qué ecuación es válida tanto en situaciones estáticas como dinámicas cuando una carga se encuentra sometida a campos eléctricos y magnéticos?

A) $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B} + \vec{E})$

B) $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

C) $\vec{F} = q(\vec{E})$

D) $\vec{F} = q(\vec{B} + \vec{E})$

Ondas y sonido

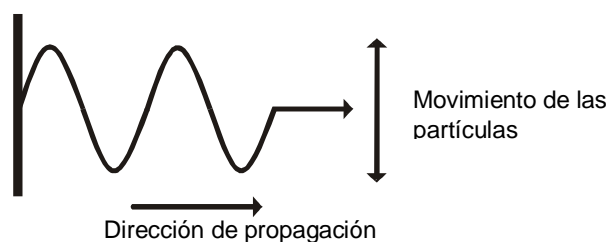
El movimiento ondulatorio

Al dejar caer una piedra en una cubeta con agua se forman unas olas pequeñas, la luz que nos llega del Sol, la música que escuchamos en un aparato de radio, estos son algunos ejemplos de ondas. Una **onda** es cualquier perturbación de una condición de equilibrio que se mueve o se propaga en el tiempo de una región del espacio a otra.

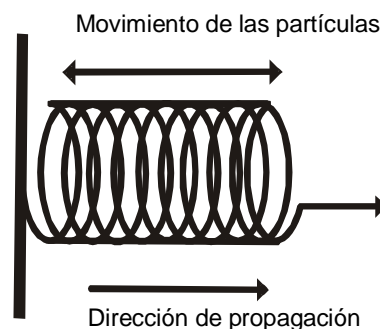
Las **ondas mecánicas** son perturbaciones que se propagan en la materia (medio elástico, como el aire, agua, etc.), y las **ondas electromagnéticas** como la luz se propagan en el vacío o también en un medio material.

Las ondas mecánicas se clasifican en **transversales** y **longitudinales**:

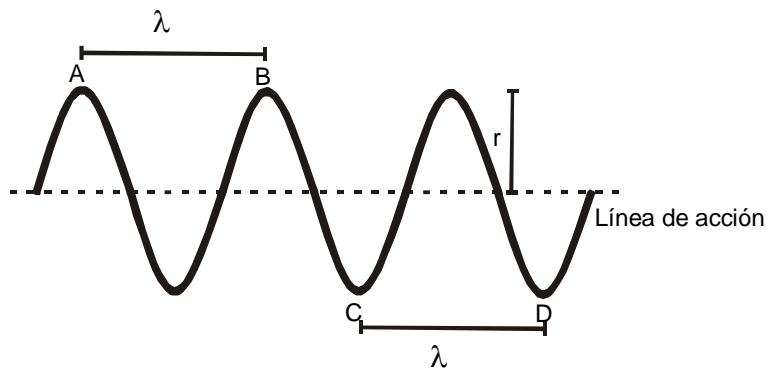
En las **ondas transversales** las partículas vibran de manera perpendicular a la dirección en que se propaga la onda, algunos ejemplos de ondas transversales son las que se forman en una cuerda, la cual se sujeta en uno de sus extremos a un punto fijo y en el otro extremo se agita perpendicularmente de arriba hacia abajo, la luz que perciben nuestros ojos o las ondas que se forman al dejar caer una piedra en una tina con agua.



Y las **ondas longitudinales** las partículas se mueven en la misma dirección de propagación de la onda, algunos ejemplos de ondas longitudinales son las perturbaciones que se forman cuando se estira y comprime un resorte o el sonido.



Elementos de una onda



Donde: A, B = crestas
C, D = valles
r = amplitud
 λ = longitud de onda

Ejemplo:

Una onda _____ es aquella que presenta un movimiento de partículas perpendicular a la dirección de propagación de la onda misma.

- A) armónica B) mecánica C) transversal D) longitudinal

Solución:

Es importante que recuerdes que una onda transversal las partículas vibran de forma perpendicular a la dirección en que se propaga la onda, entonces, la respuesta correcta es el inciso "C".

Características de una onda

Frecuencia (f), es el número de ciclos (partes de una onda que se repiten) que pasan por un punto en la unidad de tiempo.

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

Donde: f = frecuencia $\left[\text{Hertz}, \frac{\text{vib}}{\text{s}}, \frac{\text{ciclos}}{\text{s}}, \frac{1}{\text{s}} \right]$
T = periodo [s]

Periodo (T), es el tiempo que tarda una onda en pasar por un punto.

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

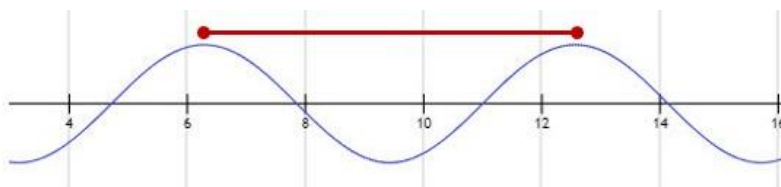
Donde: f = frecuencia $\left[\text{Hertz}, \frac{\text{vib}}{\text{s}}, \frac{\text{ciclos}}{\text{s}}, \frac{1}{\text{s}} \right]$
T = periodo [s]

Longitud de onda (λ), es la distancia que hay entre 2 crestas, 2 valles o 2 partículas en fase consecutiva.

Amplitud, es el máximo desplazamiento de las partículas de una onda.

Ejemplo:

¿Qué nombre recibe la parte de la onda señalada en la imagen?



- A) Valle
- B) Nodo
- C) Creta
- D) Longitud de onda

Solución:

La característica señalada en la imagen es la distancia que hay entre 2 crestas, 2 valles o 2 partículas en fase consecutiva, y recibe el nombre de longitud de onda (λ), en consecuencia, la respuesta correcta es el inciso "D".

Velocidad de propagación (v)

Es la velocidad con que se mueve una onda a través de un medio y es igual al producto de la longitud de onda por su frecuencia. Y dicha velocidad se puede calcular si se tiene la longitud de onda y la frecuencia o el periodo de ésta; los modelos matemáticos son los siguientes:

$$v = \lambda \cdot f \quad ; \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

Donde: v = velocidad de propagación $\left[\frac{m}{s}, \frac{cm}{s} \right]$

f = frecuencia $\left[\text{Hertz}, \frac{\text{vib}}{s}, \frac{\text{ciclos}}{s} \right]$

T = periodo $[s]$

λ = longitud de onda $[m, cm]$

Ejemplo:

Determinar la frecuencia de las ondas que se transmiten por una cuerda tensa, cuya velocidad de propagación es de $300 \frac{m}{s}$ y su longitud de onda es de 0.8m

- A) $f = 274.7\text{Hz}$
- B) $f = 285\text{Hz}$
- C) $f = 289.71\text{Hz}$
- D) $f = 375\text{Hz}$

Solución:

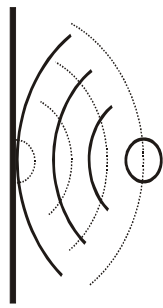
Se toman los datos del problema y se considera que la unidad de la frecuencia es el Hertz (Hz).

Datos	Fórmula	Sustitución y resultado
$\lambda = 0.8\text{m}$	$v = \lambda \cdot f$	
$v = 300 \frac{m}{s}$	Se despeja "f"	$f = \frac{300 \frac{m}{s}}{0.8\text{m}} = 375 \frac{1}{s}$
$f = ?$	$f = \frac{v}{\lambda}$	$f = 375 \frac{1}{s} = 375\text{Hz}$

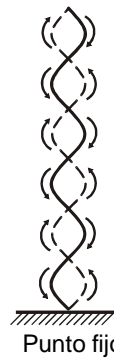
Por lo tanto, la respuesta correcta es el inciso "D".

Reflexión, refracción, difracción, interferencia y polarización

La **reflexión**, es el cambio en la dirección de una onda o haz luminoso, cuando choca con un medio que impide su propagación.

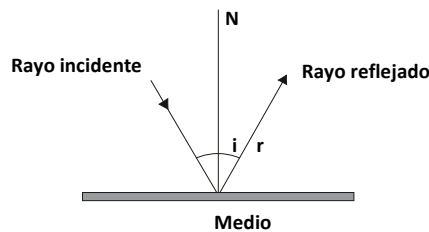


Reflexión de las ondas sobre una pared plana

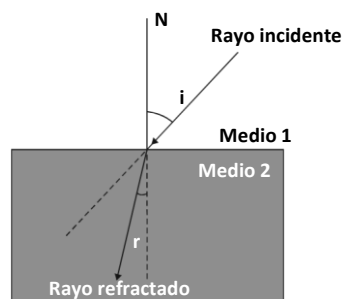


Reflexión de ondas en el extremo de una cuerda

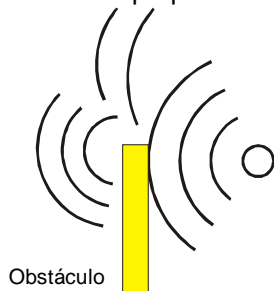
En este fenómeno se presenta en una onda o rayo luminoso, al experimentar un cambio de dirección y sentido al chocar contra la superficie de separación entre 2 medios.



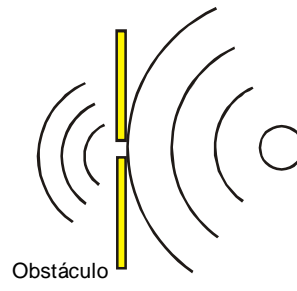
La **refracción**, es el cambio en la velocidad que experimenta una onda o rayo de luz al pasar de un medio a otro. Dicha onda o rayo luminoso experimenta un cambio de dirección cuando atraviesa oblicuamente la superficie entre 2 medios de naturaleza diferente, por ejemplo aire y vidrio o aire y agua.



La **difracción**, es el fenómeno que ocurre cuando las ondas son capaces de rodear un obstáculo para impedir la interrupción de su propagación; también se presenta cuando una onda que atraviesa un obstáculo por un orificio pequeño se distorsiona y se propaga en todas direcciones detrás de dicho orificio.

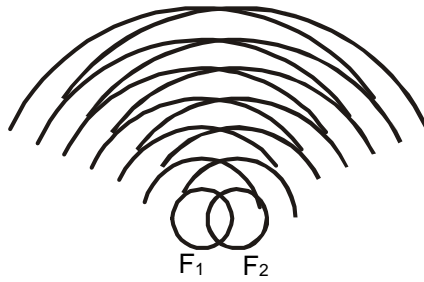


Obstáculo



Obstáculo

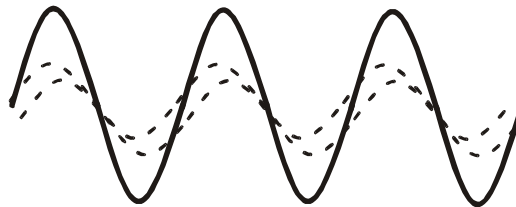
La **interferencia**, es la superposición de 2 o más ondas que se mueven simultáneamente.



Superposición de 2 ondas que se propagan en un mismo medio

- **Interferencia positiva o constructiva**

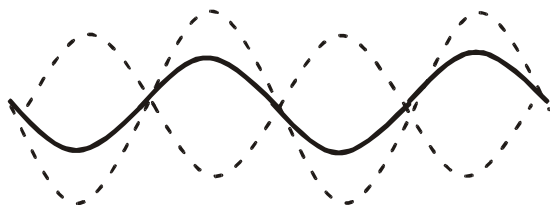
Es el fenómeno que ocurre cuando se superponen 2 crestas o 2 valles, cuando se encuentran 2 crestas se suman sus amplitudes y su cresta crece, cuando se encuentran 2 valles, de la suma de sus amplitudes resulta un valle más profundo.



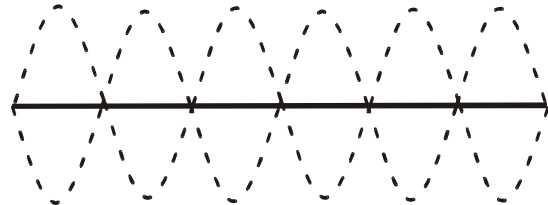
Crestas y valles coinciden

- **Interferencia negativa o destructiva**

Es el fenómeno que ocurre cuando se superponen una cresta con un valle, se suman sus amplitudes opuestas y resulta una amplitud menor, cuando las amplitudes de la cresta y valle son iguales y opuestas la suma es igual a cero.

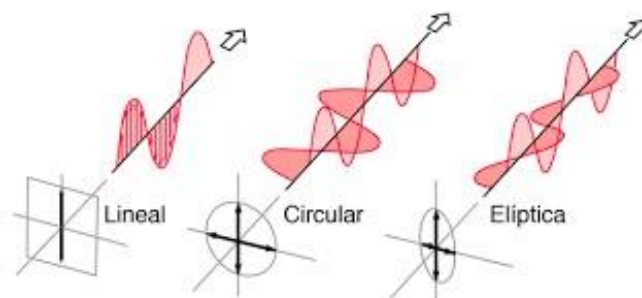


Amplitudes distintas y opuestas



Amplitudes iguales y opuestas

La **polarización** es un fenómeno que puede producirse en las ondas electromagnéticas, como la luz, por el cual el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización. Este plano puede definirse por dos vectores, uno de ellos paralelo a la dirección de propagación de la onda y otro perpendicular a esa misma dirección el cual indica la dirección del campo eléctrico, es decir que es una propiedad de las ondas que pueden oscilar con más de una orientación.



El sonido

El **sonido** es el fenómeno producido por la propagación de ondas mecánicas longitudinales a través de un medio elástico (fluido o sólido) con una frecuencia dentro del rango audible para los humanos (entre 20 y 20 000 Hz). Aunque, a veces el término sonido aplica también a ondas similares con frecuencias fuera del intervalo de perceptibilidad humana, en esos rangos frecuenciales se encuentran los ultrasonidos y los infrasonidos.

La **acústica** a la rama de la Física que estudia la producción, transmisión, almacenamiento, percepción y reproducción del sonido.

La velocidad del sonido

La velocidad del sonido a temperatura ambiente es de $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ aproximadamente, y esta depende de la temperatura, ya que la temperatura produce un efecto en la velocidad del sonido, debido a que por cada grado Celsius que se incrementa, la velocidad del sonido tiene un aumento de $0.61 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ o su equivalente $0.61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ y su modelo matemático es:

$$v = v_i + 0.61 \cdot t$$

Donde:

$$v_i = \text{Velocidad del sonido a } 20^\circ\text{C} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad t = \text{Temperatura} \quad [^\circ\text{C}]$$
$$v = \text{Velocidad del sonido a una temperatura "T"} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

La velocidad del sonido en un gas ideal

Si se desea calcular la velocidad a la que viaja el sonido en un gas ideal, se emplea el siguiente modelo:

$$v_{\text{sonido}} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T_k}{M}}$$

Donde:

$$v_{\text{sonido}} = \text{Velocidad del sonido} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad \gamma = \text{Constante adiabática}$$
$$R = \text{Constante universal de los gases} \quad \left[8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right] \quad M = \text{Masa molar} \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{mol}} \right]$$
$$T = \text{Temperatura absoluta} \quad [\text{K}]$$

Ejemplo:

Calcula la velocidad del sonido en el aire cuando su masa molecular es de $29 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ y la temperatura ambiente es de 27°C . Considera la constante adiabática de 1.4 y la constante universal de los gases $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

A) $344 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

B) $344 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

C) $347 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

D) $347 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Solución:

La temperatura se transforma a escala absoluta

Datos

$$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$T = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$$

$$M = 29 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$\gamma = 1.4$$

$$v = ?$$

Fórmula

$$v_{\text{sonido}} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T_K}{M}}$$

Sustitución y resultado

$$v_{\text{sonido}} = \sqrt{\frac{(1.4) \left(8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \right) (300\text{K})}{29 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}}} = \sqrt{\frac{3491.88 \text{ J}}{29 \times 10^{-3} \text{ kg}}}$$

$$v_{\text{sonido}} = \sqrt{120409.65 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \approx 347 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Por lo tanto, la respuesta correcta es el inciso "D".

Velocidad del sonido en diferentes sustancias

La velocidad del sonido en el aire es baja, esto se debe a que el aire es fácilmente comprimible, y como los líquidos y los sólidos son relativamente rígidos y muy difíciles de comprimir, la velocidad del sonido en estos medios suele ser mayor que en los gases, como se muestra en la siguiente tabla:

Medio	Velocidad $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$
Aire (a 0°C)	331
Hidrógeno	1269
Agua	1435
Alcohol	1213
Aluminio	5120
Vidrio	5640

Intensidad y nivel de intensidad acústica

La intensidad sonora es la cantidad media de energía transmitida por la onda en una dirección determinada por unidad de superficie y por unidad de tiempo; en otras palabras es la potencia media transportada por unidad de superficie. La unidad de la intensidad acústica es $\left[\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \right]$. Para medir las intensidades se

emplean en la actualidad analizadores de doble canal con posibilidad de espectro cruzado y una sonda que consiste en dos micrófonos separados a corta distancia. Esto determina la cantidad de energía sonora que radia una fuente dentro de un ambiente ruidoso. Debido a la gran amplitud del intervalo de intensidades a las que es sensible el oído, es conveniente utilizar una escala de intensidad logarítmica, en vez de una aritmética. En consecuencia, el nivel de intensidad β (medida en decibelios = dB) de una onda sonora se define con el modelo:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Donde:

$$I_0 = \text{Intensidad acústica de referencia} \quad \left[1 \times 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \right]$$

$$I = \text{Intensidad acústica en el medio} \quad \left[\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\beta = \text{nivel de intensidad} \quad [\text{dB}]$$

Si la intensidad de una onda sonora es igual a $I_0 = 1 \times 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$, su nivel de intensidad es de 0dB; la intensidad máxima que el oído puede tolerar es de aproximadamente $1 \times 10^{-2} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$, que corresponde a un nivel de intensidad de 120 dB. A continuación se muestra una tabla con los niveles de intensidad en decibeles de algunos ruidos comunes:

Descripción del ruido	Nivel del ruido (dB)	Intensidad $\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$
Umbral del dolor	120	1×10^{-2}
Martillo perforador	90	1×10^{-3}
Calle tránsito intenso	70	1×10^{-5}
Conversación normal	60	3.2×10^{-6}
Murmullo	20	1×10^{-10}
Umbral de la sensación auditiva	0	1×10^{-12}

Ejemplo:

¿Cuál es la intensidad del sonido en un cuarto cuyo nivel medido es de 85dB? Considera $I_0 = 1 \times 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$

- A) $1.6 \times 10^5 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$ B) $2.5 \times 10^{-4} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$ C) $3.16 \times 10^{-4} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$ D) $3.16 \times 10^{-8} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$

Solución:

De la fórmula, se debe despejar "I", que es la intensidad acústica en el medio

Datos

Fórmula

Sustitución y resultado

$$\beta = 85\text{dB}$$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$I = \left(1 \times 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \right) \left(10^{\frac{85}{10}} \right)$$

$$I_0 = 1 \times 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

Se despeja "I"

$$I = \left(1 \times 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \right) (10^{8.5})$$

$$I = ?$$

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{\beta}{10}}$$

$$I = 1 \times 10^{-3.5} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

Se emplean leyes de los exponentes:

$$I = 1 \times 10^{-4} \times 10^{0.5} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

$$I = 1 \times 10^{-4} \times \sqrt{10} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

Pero se sabe que $\sqrt{10} \approx 3.16$, entonces:

$$I = 1 \times 10^{-4} \times 3.16 \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

$$I = 3.16 \times 10^{-4} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

En consecuencia, la respuesta correcta es el inciso "C".

El efecto Doppler

Es el cambio aparente de frecuencia de una onda sonora producida por el movimiento de una fuente de sonido, respecto a un observador que puede estar en reposo o movimiento, este fenómeno lo podemos apreciar cuando una ambulancia en movimiento tiene la sirena encendida, mientras se acerca a nosotros la frecuencia emitida del sonido es mayor, y conforme se aleja va disminuyendo. Para estudiar este fenómeno debemos considerar tres modelos matemáticos que representan las situaciones que nos podemos encontrar.

1. Cuando la fuente se encuentra en reposo y el observador en movimiento, la frecuencia percibida por el observador está dada como:

$$f' = f \left(\frac{v \pm v_o}{v} \right)$$

El signo “+” se utiliza si el observador se acerca a la fuente, y el signo “-” se utiliza si se aleja de ella.

2. Cuando la fuente se encuentra en movimiento y el observador en reposo:

$$f' = f \left(\frac{v}{v \pm v_s} \right)$$

El signo “-” se utiliza si la fuente se acerca al observador y el signo “+” se utiliza cuando la fuente se aleja de él.

3. Cuando la fuente y el observador se encuentran ambos en movimiento:

$$f' = f \left(\frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right)$$

El signo “+” del numerador y “-” del denominador se utilizan si la fuente y el observador se acercan. El signo “-” del numerador y “+” del denominador se utilizan si la fuente y el observador se alejan.

$$v = \text{velocidad del sonido en el medio a } 20^\circ\text{C} \quad \left[340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v_o = \text{velocidad del observador} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v_s = \text{velocidad de la fuente} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$f = \text{frecuencia emitida por la fuente sonora} \quad [\text{Hz}]$$

$$f' = \text{frecuencia percibida por el observador} \quad [\text{Hz}]$$

Ejemplo:

Un automóvil que se mueve a $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, hace sonar su claxon ($f = 1200\text{Hz}$), persigue a otro automóvil que se mueve a una velocidad de $15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. ¿Cuál es la frecuencia aparente del claxon escuchada por el conductor perseguido? Considera la rapidez del sonido como $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

A) 1331Hz

B) 886Hz

C) 560Hz

D) 45Hz

Solución:

Se considera la fórmula 3, ya que la fuente y el observador ambos, se encuentran en movimiento y ambos se acercan.

Datos

Fórmula

Sustitución y resultado

$$f = 1200\text{Hz}$$

$$v_o = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_s = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$f' = ?$$

$$f' = f \left(\frac{v + v_o}{v - v_s} \right)$$

$$f' = (1200\text{Hz}) \left(\frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{340 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \right)$$

$$f' = (1200\text{Hz}) \left(\frac{355}{320} \right)$$

$$f' = (1200\text{Hz})(1.109) \approx 1331\text{Hz}$$

Por lo tanto, la respuesta correcta es el inciso "A".

Efecto Doppler de la luz

El efecto Doppler existe también en ondas electromagnéticas en el vacío, como las ondas luminosas o de radio. En este caso no existe un medio elástico en relación con el cual pueda definirse la velocidad, y nos referiremos solamente a la velocidad relativa "u" de la fuente y del receptor. La frecuencia de la fuente es f_0 , y la frecuencia "f" medida por el oyente (es decir, la frecuencia de llegada de las ondas a oyente), está dada por el modelo matemático:

$$f = f_0 \sqrt{\frac{c-u}{c+u}}$$

Donde:

u = velocidad relativa

$$\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

c = velocidad de la luz

$$\left[3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

 f_0 = frecuencia de la fuente

$$[\text{Hz}]$$

f = frecuencia del observador

$$[\text{Hz}]$$

Ejemplo:

A través de un telescopio ubicado en la Tierra, se observa la radiación electromagnética de una estrella. Esta última se aleja de la Tierra con una rapidez de 0.6c. Existe un efecto Doppler en la frecuencia de la radiación debido al movimiento de la estrella la cual puede calcularse mediante la expresión:

$$f = f_0 \sqrt{\frac{c-u}{c+u}}$$

Donde "c" es la velocidad de la luz; "u" la rapidez con la que se aleja la estrella y f_0 la frecuencia de la radiación. Si la radiación tiene una frecuencia de $8.64 \times 10^{14}\text{Hz}$, en el marco en reposo de la estrella, ¿cuál es la frecuencia medida por un observador desde la Tierra?

A) $9.64 \times 10^{14}\text{Hz}$

B) $6.24 \times 10^{14}\text{Hz}$

C) $5.46 \times 10^{14}\text{Hz}$

D) $4.32 \times 10^{14}\text{Hz}$

Solución:

Datos

Fórmula

Sustitución y resultado

$u = 0.6c$

$$f = f_0 \sqrt{\frac{c-u}{c+u}}$$

$$f = (8.64 \times 10^{14}\text{Hz}) \sqrt{\frac{c-0.6c}{c+0.6c}}$$

$f_0 = 8.64 \times 10^{14}\text{Hz}$

$$f = (8.64 \times 10^{14}\text{Hz}) \sqrt{\frac{0.4c}{1.6c}}$$

$f = ?$

$$f = (8.64 \times 10^{14}\text{Hz}) \sqrt{\frac{0.4}{1.6}}$$

$$f = (8.64 \times 10^{14}\text{Hz}) \sqrt{\frac{1}{4}} = (8.64 \times 10^{14}\text{Hz}) \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$f = 4.32 \times 10^{14}\text{Hz}$$

En consecuencia, la respuesta correcta es el inciso "D".

Ejercicios

1. Es el parámetro que, dado un tren de ondas, indica la distancia entre dos puntos, adyacentes que tienen la misma fase de la onda es:

- A) periodo
- B) la amplitud
- C) la frecuencia
- D) la longitud de onda**

2. En una cuerda tensa se producen ondas con una frecuencia de 250Hz a una velocidad de propagación de $160 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. ¿Cuál es la longitud de onda?

A) $\lambda = 0.64\text{m}$

B) $\lambda = 0.725\text{m}$

C) $\lambda = 1.625\text{m}$

D) $\lambda = 2.625\text{m}$

3. ¿Cuál es la velocidad a la que se propaga una onda longitudinal en un resorte, cuando su frecuencia es de 200Hz y su longitud de onda es $\lambda = 0.9\text{m}$?

A) $v = 144 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

B) $v = 146 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

C) $v = 148 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

D) $v = 180 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

4. La _____ es un fenómeno característico de las magnitudes _____, caracterizando por su propagación "anómala" en las características de un obstáculo o una abertura comparable en _____ a su longitud de onda.

- A) difracción – ondulatorias – contraposición
- B) difracción – ondulatorias – tamaño**
- C) reflexión – ondulatorias – contraposición
- D) reflexión – oscilatorias – tamaño

5. La _____ de una onda es el proceso por el cual esta puede oscilar en más de una orientación.

- A) polarización B) refracción C) difracción D) reflexión

6. Relaciona cada concepto con su significado:

Concepto	Significado
1. Reflexión	A. Cuando una onda luminosa incide en una interface lisa que separa dos materiales transparentes (aire y vidrio), la onda se transmite parcialmente hacia el segundo material.
2. Refracción	B. Es uno de los efectos de la interferencia debido a la combinación de muchas ondas luminosas.
3. Difracción	C. Es la dependencia de la rapidez de onda y del índice de refracción de la longitud de onda.
	D. Aspecto de la propagación de la luz cuando una onda luminosa incide en una interface lisa que separa dos materiales transparentes (aire y vidrio), la onda en general se refleja parcialmente.

- A) 1D, 2A, 3B B) 1A, 2C, 3D C) 1D, 2B, 3A D) 1A, 2D, 3C

7. La rama de la Física que se relaciona con el estudio de las formas de una onda de algunos instrumentos como la flauta, el clarinete y la trompeta es la:

- A) estática B) acústica C) hidráulica D) termodinámica

8. Ordena de manera descendente y de acuerdo con la magnitud de la velocidad del sonido los siguientes medios a 0°C

1. Hidrógeno
2. Aluminio
3. Agua
4. Aire

- A) 4, 3, 2, 1 B) 2, 1, 4, 3 C) 4, 1, 3, 2 D) 2, 3, 1, 4

9. Relaciona cada sonido con el valor que le corresponde de su nivel de intensidad sonora en decibel (dB) usando la expresión $10 \cdot \log(\beta)$. Donde $\beta = 10^2$ equivale a un murmullo, $\beta = 10^6$, a una conversación normal y $\beta = 10^9$, a un martillo perforador. El nivel de intensidad sonora de la onda de sonido está a una distancia de 1m desde la fuente en cada uno de los ejemplos mencionados

Sonido	Significado
1. Murmullo	A. 60
2. Conversación normal	B. 20
3. Martillo perforador	C. 90
	D. 50

- A) 1A, 2D, 3B B) 1B, 2A, 3C C) 1A, 2B, 3D D) 1B, 2C, 3A

