

# ***FÍSICA II***

# BLOQUE I. EXPLICAS EL COMPORTAMIENTO DE LOS FLUIDOS.



## 1.1 Hidráulica.

La hidráulica es el estudio de los fenómenos y las propiedades mecánicas de los líquidos.

Aunque los gases son estudiados por la neumática, muchos de los fenómenos y propiedades que presentan los líquidos se presentan también en los gases.

En virtud de que los líquidos pueden estar en reposo o en movimiento, la hidráulica puede dividirse en hidrostática y en Hidrodinámica.

## 1.2 Hidrostática.

La Hidrostática estudia los líquidos en reposo.

En el estudio de los sólidos son importantes los conceptos de masa y peso. En los fluidos, por lo general, interesa conocer sus propiedades en cada uno de sus puntos, por lo que dichos conceptos son sustituidos por los de densidad y presión.

### 1.2.1 Densidad.

Las propiedades físicas de los materiales y sustancias difieren considerablemente, el conocimiento de ellas es fundamental para determinar qué material es más apropiado para un uso particular. Algunas de estas propiedades son constantes físicas de ese material. Una de estas propiedades es su densidad.

Densidad ( $\rho$ ), también llamada masa específica, es el cociente de la masa ( $m$ ) de un objeto y el volumen ( $v$ ) que ocupa.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

También decimos que la densidad es la masa por unidad de volumen.

Sólidos	g/cm <sup>3</sup>	Líquidos	g/cm <sup>3</sup>	Gases	g/cm <sup>3</sup>
Acero	7.8	Acetona	0.79	Aire	$1.29 \times 10^{-3}$
Aluminio	2.7	Ac. clorhídrico	1.2	Amoniaco	$0.77 \times 10^{-3}$
Bronce	8.6	Agua	1.0	Dióxido de carbono	$1.98 \times 10^{-3}$
Cobre	8.9	Agua de mar	1.025	Helio	$0.18 \times 10^{-3}$
Diamante	3.5	Alcohol	0.80	Hidrógeno	$0.08 \times 10^{-3}$
Hierro	7.8	Benceno	0.90	Nitrógeno	$1.25 \times 10^{-3}$
Hielo	0.92	Cloroformo	1.5	Oxígeno	$1.43 \times 10^{-3}$
Níquel	8.6	Gasolina	0.68		
Oro	19.3	Glicerina	1.26		
Plata	10.5	Leche	1.03		
Plomo	11.3	Mercurio	13.6		

¿Qué volumen deberá tener un recipiente para introducir en él 150 Kg. de mercurio?

Datos

$$m = 150 \text{ kg} \quad \rho = \frac{m}{v}, \text{ entonces despejando } v \text{ la ecuación queda como: } v = \frac{m}{\rho}$$

$$\rho = 13,600 \text{ Kg/m}^3 \quad v = \frac{150 \text{ kg}}{13,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0.011 \text{ m}^3 = 11 \text{ litros.}$$

### EJERCICIOS

*Resuelve los siguientes problemas.*

Si un tanque de 250 litros se llena totalmente de gasolina, ¿cuántos kilogramos de gasolina caben en él?

El osmio es el metal más pesado en la Tierra, ¿cuántos kilogramos de este metal caben en un recipiente cúbico de 30 cm de lado?

#### 1.2.2 Peso específico

El peso específico es la razón del peso  $W$  de un objeto o sustancia y el volumen  $V$  que ocupa.

$$Pe = \frac{W}{V}$$

La unidad del peso específico en el Sistema Internacional de Unidades es  $\frac{1N}{m^3}$

### EJERCICIOS

*Resuelve los siguientes problemas.*

Calcula la masa y el peso de  $10 \text{ cm}^3$  de alcohol etílico.

Calcula la densidad y el peso específico de una sustancia que ocupa un volumen de  $0.15 \text{ m}^3$  y pesa  $300N$ .

¿Cuál es el peso específico de un cubo de oro de  $1 \text{ cm}$  de lado?

### 1.2.3. Presión.

Al concepto que mide la eficiencia de una fuerza se le da el nombre de presión. Se define así:

Presión (P) es el cociente de la fuerza normal o perpendicular (F) aplicada a una superficie y el área (A) sobre la cual se aplica.

$$P = \frac{F}{A}$$

Como se observa, la presión es directamente proporcional a la fuerza normal aplicada a una superficie y es inversamente proporcional al área sobre la cual se aplica.

La unidad de presión en el SI se obtiene dividiendo la unidad de fuerza (1 N) y la unidad de área (1 m<sup>2</sup>). A la unidad resultante se le da el nombre de 1 Pascal (1 Pa)

### EJERCICIOS

***Resuelve los siguientes problemas.***

Calcula la presión que ejerce un ladrillo de 4 Kg. y cuyos lados miden 30 cm, 15 cm y 6 cm, en los siguientes casos:

- Cuando está apoyado por su cara de mayor área.
- Cuando está apoyado por su cara de menor área.

Calcula la presión que ejerce sobre el piso una mujer de 60 Kg. en los siguientes casos:

- Cuando está de pie en zapatos planos que abarcan un área de 400 cm<sup>2</sup>
- Cuando está de pie en zapatillas donde el área de apoyo es de 100 cm<sup>2</sup>
- Al sentarse, en el que por un instante todo su peso se apoya en las puntillas de las zapatillas cuya área es de 2 cm<sup>2</sup>.

### 1.2.4 Presión hidrostática.

Es la presión que ejerce un líquido en un punto determinado es consecuencia del peso del líquido que está por encima de dicho punto.

La fórmula que nos permite resolver problemas de esta índole se presenta a continuación:

$$P = \rho gh$$

Donde:

P es la presión hidrostática medida en Pascales.

$\rho$  es la densidad.

g es la aceleración de la gravedad.

h es la profundidad en metros.

Esta ecuación quiere decir entonces que la presión hidrostática es proporcional a la densidad del líquido y a la altura (o profundidad), desde la superficie del líquido hasta el fondo.

### 1.2.5 Presión atmosférica.

La atmósfera es la capa de aire que rodea a la Tierra y es indispensable para la vida de plantas y animales. Esa masa de aire es atraída por la gravedad terrestre, es decir, la atmósfera tiene peso y por lo tanto, ejerce una presión sobre todos los cuerpos en contacto con ella, incluyéndonos a nosotros, esta es la presión atmosférica.

La densidad de la atmósfera es mayor en los lugares más cercanos a la superficie terrestre. El 50 % del aire se encuentra en los primeros 5.5 kilómetros de altitud y el 99% del aire se encuentra aproximadamente en los primeros 30 kilómetros de altitud.



### 1.2.6 Presión absoluta

Como la presión atmosférica actúa sobre todo los objetos y sustancias que están en contacto con ella, si un líquido se encuentra en un recipiente al descubierto (una alberca o el mar es un buen ejemplo), la presión total en un punto situado a una altura o profundidad “h” se obtiene sumando la presión atmosférica del lugar y la presión hidrostática. A esta presión total se le conoce como presión absoluta, es decir:

*presión absoluta = presión atmosférica + presión hidrostática.*

$$p_{ab} = p_{at} + \rho gh$$

Calcula la presión absoluta de un buzo que se encuentra a 10 metros de profundidad en agua de mar.

Datos

$$p_{at} = 1.013 \times 10^5 \text{ pa}$$

$$\rho = 1024 \text{ Kg/m}^3$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$h = 10 \text{ m}$$

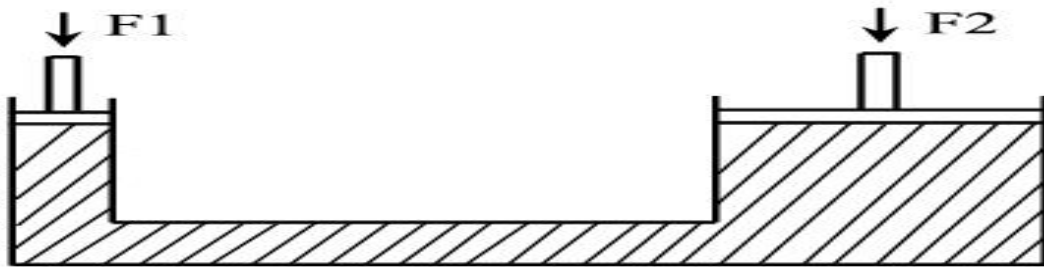
$$p_{ab} = 1.013 \times 10^5 pa + \left(1024 \frac{Kg}{m^3}\right) * \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) * (10m) = 201652 pa$$

### 1.2.7 Principio de Pascal.

Fue reconocido por el científico francés Blaise Pascal.

Este principio establece que “Un cambio de presión aplicado a un fluido encerrado se trasmite sin reducirse, a todo punto del fluido y a las paredes del recipiente”.

La prensa hidráulica es una de las principales aplicaciones mecánicas del principio de Pascal, consiste en un recipiente donde se encuentra un líquido, presenta un par de entradas (émbolos) de diferentes diámetros. En uno de éstos émbolos se aplica una fuerza, la cual genera una presión que se refleja en todo el recipiente y provoca que el otro émbolo tienda a recibir una fuerza que lo expulsa hacia el exterior del recipiente.



La fórmula a utilizar en este teorema son las siguientes:

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

Donde:

F: Fuerza mayor (N)

f: Fuerza menor (N)

A: Área mayor ( $m^2$ )

a: área menor ( $m^2$ )

Ejemplo: Calcula la fuerza que se debe aplicar en el émbolo menor de  $12 m^2$  en una prensa hidráulica si se requiere que el émbolo mayor de  $52 m^2$  reciba una fuerza de 300 N.

a:  $12 m^2$

A:  $52 m^2$

F: 300 N

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

$$\frac{300 N}{52 m^2} = \frac{f}{12 m^2}$$

$$f = \frac{12 \text{ m}^2 * 300 \text{ N}}{52 \text{ m}^2}$$

$$f = 69.23 \text{ N}$$

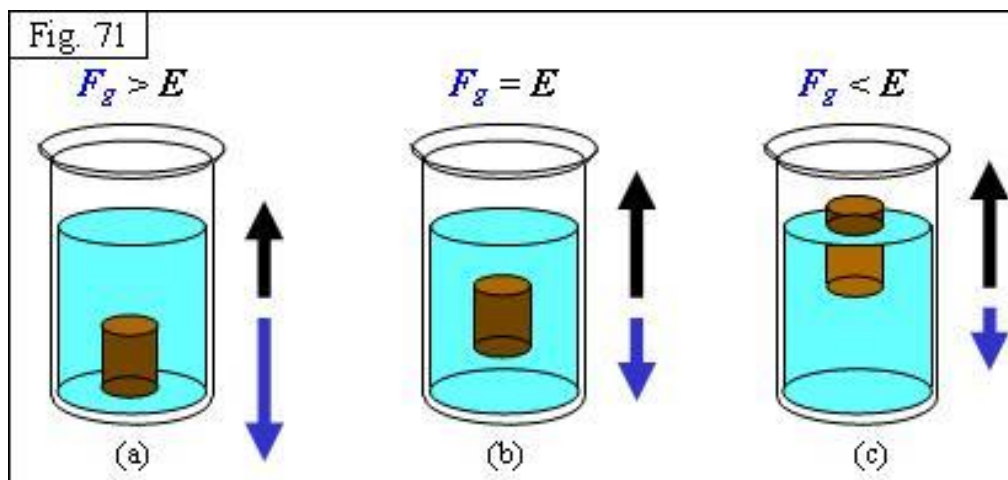
### 1.2.8 Principio de Arquímedes.

Descubrió la relación entre fuerza de flotación y el líquido desplazado.

“Un cuerpo sumergido sufre un empuje hacia arriba por una fuerza igual al peso del fluido que desplaza”.

Algunos elementos flotan o se hunden dependiendo de la densidad del objeto, de acuerdo a las siguientes reglas:

1. Si un objeto es más denso que el fluido en que se sumerge, se hundirá.
2. Si un objeto es menos denso que el fluido en que se sumerge, flotará.
3. Si la densidad de un objeto es igual a la del fluido en el que se sumerge, entonces no flotará ni se hundirá.



$$E = P_e * V$$

Donde:

E= Fuerza de flotación o empuje (N)

$P_e$ = Peso específico del líquido (N/m<sup>3</sup>)

V= Volumen del líquido desalojado (m<sup>3</sup>)

Ejemplo: Se quiere poner una boya en el mar, si la fuerza total de dicha boya aplicada es de 2500 N, ¿cuál será el volumen mínimo que la boya debe desalojar para que esta siempre esté flotando?, considera que el agua tiene un peso específico de 1300 N/m<sup>3</sup>.

Datos.

E: 2500 N

$P_e$ : 1300 N/m<sup>3</sup>.

V: ?

$$V = \frac{E}{P_e}$$

$$V = \frac{2500 \text{ N}}{1300 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 1.92 \text{ m}^3$$

### 1.3 Hidrodinámica.

La hidrodinámica es el estudio de las propiedades mecánicas y los fenómenos que presentan los fluidos en movimiento.

La viscosidad es la resistencia que presenta un líquido al fluir.

En un líquido en movimiento, la viscosidad depende de la velocidad relativa entre las diferentes capas del líquido y su principal efecto es la creación de remolinos y turbulencias cuando el líquido tiene que sortear un obstáculo sólido.

Si queremos facilitar el estudio de los líquidos en movimiento, con el fin de obtener resultados que permitan explicar las aplicaciones prácticas en el diseño de canales, presas, barcos, hélices, aviones, turbinas y tuberías en general, se hacen ciertas suposiciones que nos acercan al comportamiento de un líquido real y que a la vez nos permiten hacer cálculos más sencillos. A los fluidos que cumplen estas suposiciones se les llama fluidos ideales.

Algunas características generales del flujo de un fluido ideal son las siguientes:

1. Flujo laminar o estacionario. El flujo o movimiento de un fluido se describe en función de variables como la presión, la densidad y la velocidad. Si estas cantidades se mantienen constantes al transcurrir el tiempo, entonces el flujo es estacionario. Estas cantidades pueden variar de un punto a otro, pero no en un punto determinado. Esto se cumple para velocidades de flujo pequeñas. En el caso de velocidades grandes como en los rápidos de un río o en cascadas, el flujo es turbulento y dichas cantidades varían de forma notoria no sólo de un punto a otro, sino en un punto determinado.
2. Flujo incompresible. Cuando la densidad del fluido no cambia en ningún punto y con el tiempo, el flujo es incompresible. Como sabemos los líquidos son incompresibles, pero cuando la velocidad de flujo de un gas es pequeña su compresión es insignificante de modo que puede considerarse incompresible.
3. Flujo ideal o no viscoso. La viscosidad de un fluido se debe al rozamiento entre las moléculas que se encuentran en movimiento relativo. La viscosidad equivale a la fricción en el movimiento relativo de dos superficies sólidas. A mayor viscosidad es necesaria mayor fuerza o presión para mantener al fluido en movimiento. En la realidad no hay fluidos ideales, todos tienen cierto grado de viscosidad. Pero al igual que en la mecánica en algunas ocasiones se puede despreciar la fricción ya que en estos casos sus efectos son insignificantes, aquí también podemos no considerar la viscosidad en aquellos casos que sus efectos no sean significativos.



4. Flujo irrotacional: Si al colocar un objeto en el interior de un fluido en movimiento, el objeto no rota o gira sobre su propio eje, el flujo es irrotacional. Un ejemplo de giro irrotacional se presenta al quitar el tapón a la tina de baño. Cualquier objeto colocado ahí, acompaña al fluido en su movimiento, pero no gira sobre su propio eje.

A un flujo que no tenga estas características, es decir, a un flujo que sea no estacionario, compresible, viscoso y rotacional se llama flujo turbulento.

### 1.3.1 Gasto

El Gasto es el cociente del volumen (V) de un líquido que fluye por un conducto y el tiempo (t) que tarda en fluir.

$$G = \frac{V}{t}$$

## EJERCICIOS

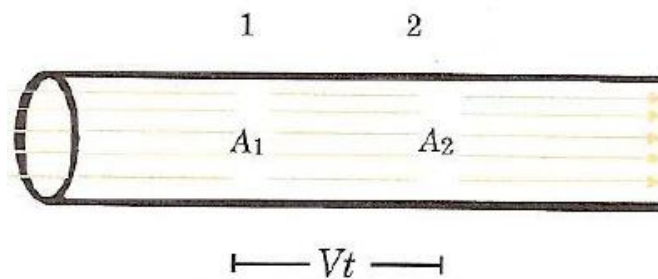
*Contesta las siguientes preguntas.*

1. De acuerdo con la definición de gasto, ¿cuál es la unidad de esta cantidad en el SI?
2. ¿En qué otras unidades se puede medir y expresar el gasto?

### 1.3.2 Ecuación de continuidad.

El gasto de un fluido también puede conocerse si se conoce el área (A) de la sección transversal del conducto o tubo por el cual fluye y su velocidad (v).

Si consideramos la figura, el volumen V del líquido contenido en el tubo desde el punto 1 al 2, se obtiene multiplicando el área A de la sección transversal, por la distancia “d” recorrida por el líquido entre esos puntos, en el tiempo “t” que tardó en fluir el líquido del punto 1 al 2. Pero como la velocidad del fluido es constante, dicha distancia se obtiene multiplicando la velocidad “v” por el tiempo “t”, por lo tanto el volumen se obtiene así:



$$V = Ad = Avt$$

### 1.3.3 Teorema de Bernoulli.

Daniel Bernoulli (1700-1782), físico suizo, estudió el comportamiento de los líquidos y aplicó precisamente una de estas leyes, la ley de conservación de la energía, al comportamiento de un líquido en movimiento.

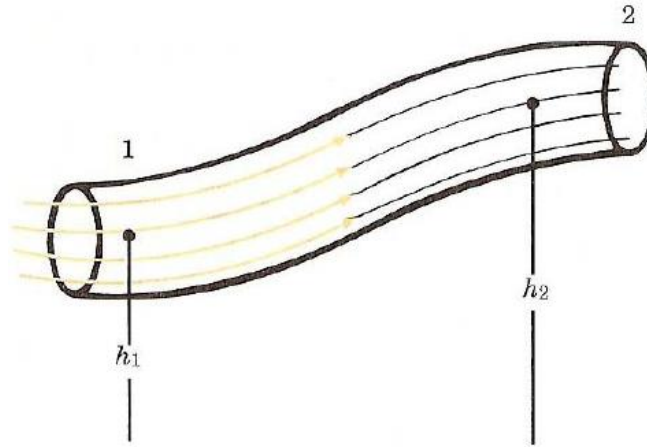
La energía de un fluido en cualquier momento consta de tres componentes:

1. Cinética: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
2. Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.

3. Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

La siguiente ecuación conocida como "Ecuación de Bernoulli" (Trinomio de Bernoulli) consta de estos mismos términos:

$$\frac{v^2 \rho}{2} + p + \rho g z = \text{constante}$$



#### 1.3.4 Teorema de Torricelli.

La ecuación de Bernoulli puede ser aplicada para obtener la velocidad de salida de un líquido contenido en un recipiente, al cual se le hace un orificio en algún punto por debajo del nivel al que se encuentra la superficie libre del fluido. Si tomamos como punto inicial (1) un punto ubicado en la superficie libre y como punto 2, el punto en el cual se encuentra el orificio y aplicamos la ecuación de Bernoulli, tenemos:

$$\frac{v_1^2}{2} + g h_1 + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2^2}{2} + g h_2 + \frac{p_2}{\rho}$$

En este caso se pueden hacer las siguientes consideraciones:

A) La velocidad del líquido en el punto superior podemos considerarla insignificante comparada con la velocidad de salida en el punto inferior. Por lo tanto, el término  $\frac{v_1^2}{2}$ , podemos despreciarlo:

B) Debido a que el punto 2 se encuentra en el fondo del recipiente, prácticamente la altura  $h_2$  es igual a cero, por lo que también el término  $g h_2$  podemos eliminarlo.

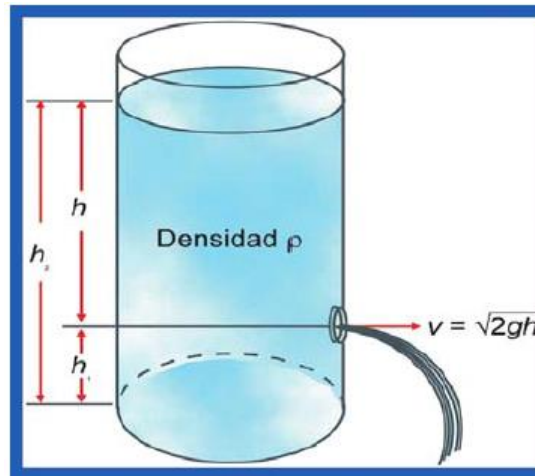
C) La energía de presión es provocada por la presión atmosférica y dicha presión es la misma tanto en el punto que está en la superficie, como el punto que está en el fondo del recipiente. En consecuencia, los términos  $\frac{p_1}{\rho}$  y  $\frac{p_2}{\rho}$  son iguales y pueden también eliminarse.

Por tanto, de la ecuación de Bernoulli sólo nos quedan los siguientes términos:

$$g h_1 = \frac{v_2^2}{2}$$

De donde despejando la salida de fluido en el punto inferior nos queda:

$$v_2 = \sqrt{2gh_1}$$



### EJERCICIOS

*Resuelve los siguientes problemas.*

1. Un barco hundido en el fondo del mar soporta una presión de 5 atmósferas. ¿A qué profundidad se encuentra el barco?
2. Encontrar la magnitud de la fuerza que se obtiene en el émbolo mayor de una prensa hidráulica de 27 cm de diámetro cuando se aplica una fuerza de 320 N sobre el émbolo menor de 3 cm de diámetro.
3. ¿Qué empuje ejerce el agua sobre un cubo de acero de 12 cm por lado y cuál es su peso?
4. Un cubo de madera mide 8 cm por cada lado, se coloca en el agua y flota con 80% de su volumen sumergido. Determina a) el empuje que recibe; b) Su densidad.
5. En un tubo de 5 cm de diámetro fluye agua con una rapidez de  $8 \frac{cm}{s}$ . Calcula el flujo y el gasto.

## BLOQUE II. IDENTIFICAS DIFERENCIAS ENTRE CALOR Y TEMPERATURA.



### 2.1 Diferencias entre calor y temperatura.

Se le llama energía interna de un cuerpo o sistema, a la suma de todos los tipos de energía que poseen sus moléculas.

En particular, la energía térmica se define como la suma de las energías cinéticas de las moléculas de un cuerpo o sistema.

La temperatura de un cuerpo, es una medida de la energía cinética promedio de sus moléculas y está relacionada con la sensación de caliente o frío que experimentamos cuando tocamos dicho cuerpo.

Cuando dos cuerpos que están a diferente temperatura se ponen en contacto entre sí, hay una transferencia de energía térmica del cuerpo de mayor hacia el de menor temperatura. A esta energía que se está transfiriendo se le llama calor. El calor y la temperatura son factores que modifican la estructura de los objetos. El significado del calor y temperatura es distinto, aunque sabemos que están muy relacionados entre sí.

Cuando un cuerpo está caliente su energía térmica es mayor, ya que las moléculas tienen mayor velocidad de movimiento a diferencia de un cuerpo frío, donde su energía térmica es menor y por lo tanto su energía cinética también es menor. Al ponerse en contacto dos cuerpos con diferente temperatura, el más caliente cederá energía térmica hasta que ambos cuerpos tengan la misma temperatura, llamándose a esto equilibrio térmico.

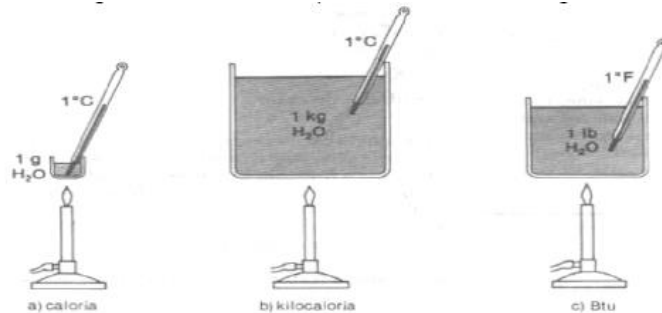
#### 2.1.1 Unidades de calor.

Dado que el calor es energía, sus unidades serán Joules (J), Ergios (Ergs) o Libras-pie (lb.ft). Sin embargo las unidades que suelen utilizarse se definieron antes de saber que el calor es otra manifestación de la energía. Estas unidades son: Caloría, Kilocaloría y la unidad térmica británica.

Una Caloría (Cal) es la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Celsius la temperatura de un gramo de agua.

Una Kilocaloría (Kcal) Es la cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado Celsius la temperatura de un kilogramo de agua.

Una Unidad Térmica Británica (BTU) Es la cantidad de calor que se requiere para aumentar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua



Mediante un experimento William Thomson transfiere energía mecánica a un recipiente con agua logrando un aumento en la temperatura de ésta, verificando que el calor es una forma de energía. Thomson obtuvo que la equivalencia entre la energía mecánica y la energía calorífica es la siguiente: 1 caloría = 4.18 Joules.

1Cal	4.18J
1Kcal	4186J
1Kcal	1000Cal
1BTU	778 lb-ft
1BTU	1054 J
1BTU	252 Cal
1 BTU	0.252 Kcal

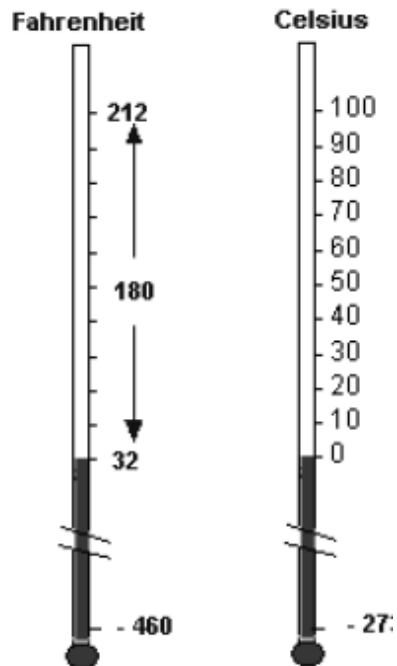
### 2.1.2 Medición de la temperatura.

Aunque el sentido del tacto nos proporciona una indicación cualitativa de lo frío o caliente de un cuerpo, no constituye un medio adecuado para medir la temperatura porque estará en relación a la temperatura de nuestro cuerpo. Por tal razón se inventó el termómetro, que es la manera de obtener la temperatura relativa de un cuerpo. Todo termómetro basa su funcionamiento en que al variar la temperatura de un objeto varían también otras propiedades físicas.

#### 2.1.2.1 Escalas termométricas.

En todo cuerpo material, la variación de la temperatura va acompañada de la correspondiente variación de otras propiedades medibles, de modo que a cada valor de aquella le corresponde un solo valor de ésta. Tal es el caso de la longitud de una varilla metálica, de la resistencia eléctrica de un metal, de la presión de un gas, del volumen de un líquido, etcétera. Estas magnitudes cuya variación está ligada a la de la temperatura se denominan propiedades termométricas, porque pueden ser empleadas en la construcción de termómetros.

La escala de temperatura Celsius, las temperaturas de referencia son los puntos de fusión del hielo para el punto inferior y para el punto superior, la ebullición del agua. La escala Fahrenheit utiliza otras temperaturas de referencia.



El rango de 100 grados en la escala Celsius corresponde a un rango de 180 grados en la escala Fahrenheit temperaturas, por lo tanto, las relacionaremos como sigue:

$$1^{\circ}C = \frac{9}{5}^{\circ}F$$

Para convertir temperaturas entre las escalas antes mencionadas se utilizan las siguientes ecuaciones:

Relacionando las escalas Celsius y Fahrenheit:

$$TF = 1.8 T_c + 32$$

#### 2.1.2.2 Escalas absolutas.

A las escalas Celsius y Fahrenheit se les llama escalas relativas, porque el cero de dichas escalas no es la menor temperatura, puede haber valores negativos en sus escalas, llamadas temperaturas bajo cero. Para evitar esto y encontrar un límite inferior con el cero absoluto, se tienen las escalas de temperatura absoluta, como son la escala Kelvin que ha sido adoptada por el Sistema Internacional de Unidades como patrón para medir temperatura. El cero absoluto se considera el punto en que las moléculas de un cuerpo o sistema no tienen energía térmica.

Otra escala absoluta para medir temperatura es la Rankine. Las temperaturas absolutas Kelvin y Rankine se asocian a las temperaturas Celsius y Fahrenheit por las siguientes ecuaciones:

$$^{\circ}K = ^{\circ}C + 273, \quad ^{\circ}R = ^{\circ}F + 460$$

## 2.2 Mecanismos de transferencia de calor.

El calor es una forma de energía en movimiento. Siempre que hay una diferencia de temperatura entre dos cuerpos se dice que el calor fluye en dirección del cuerpo de temperatura más alta al de temperatura más baja. Existen tres formas principales por las cuales ocurre la transferencia de calor: Conducción, convección y radiación.



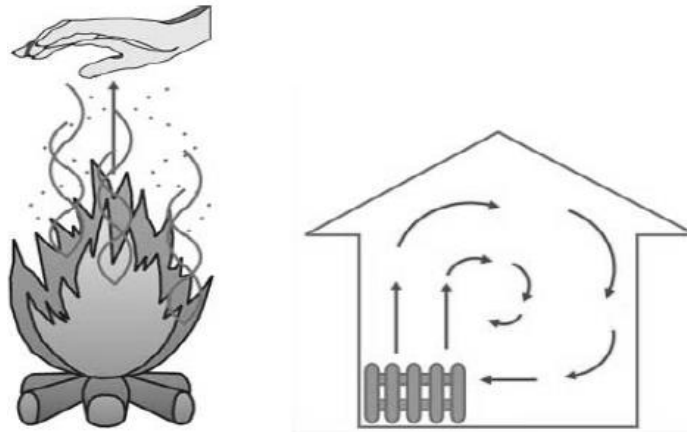
La conducción es la transferencia de calor por medio de las colisiones moleculares entre moléculas vecinas. Por ejemplo, Si sostiene un extremo de una barra de hierro en una fogata, el calor alcanzará finalmente su mano debido al proceso de conducción. El incremento de la actividad molecular en el extremo calentado pasa de molécula en molécula hasta que llega a la mano. Los materiales conductores de calor por este proceso son los metales.



La convección es el proceso mediante el cual el calor se transfiere utilizando el movimiento de un medio material, el cual generalmente es un fluido. Cuando tiene lugar el movimiento de un medio material se produce lo que se denomina corrientes de convección. Dichas corrientes pueden ser naturales o forzadas.

Las naturales son aquellas que se producen cuando el movimiento de un medio es ocasionado por una diferencia de densidad debido a la variación de temperatura. Como ejemplo tenemos las corrientes de aire caliente y frío que existen en nuestro planeta.

Las corrientes de convección forzada son aquellas en las que el medio de transferencia es obligado a moverse mediante dispositivos mecánicos, como bombas y ventiladores. Como ejemplos tenemos la calefacción.



La radiación es el proceso a través del cual el calor se transfiere por medio de ondas electromagnéticas. Todos los objetos emiten energía radiante e incluso se puede desplazar en el espacio a través de un vacío. Tenemos como ejemplo la energía del sol.



### 2.3 Dilatación de los cuerpos.

Un cambio de los cuerpos es la dilatación, que consiste en el aumento de sus dimensiones cuando cambia su temperatura: Todos los sólidos, líquidos y gases se dilatan al cambiar su temperatura (con algunas excepciones, como el agua en el intervalo de temperatura de 0 0C a 4 0C).

Experimentalmente se ha comprobado que al aumentar la temperatura de una barra, aumenta su longitud y que dicho aumento ( $\Delta L$ ) es proporcional a su longitud inicial ( $L_i$ ) y al aumento de su temperatura ( $\Delta t$ ). Esto es

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta t$$

Donde:

$\Delta L$  es la dilatación lineal.

$L_i$  es la longitud inicial.



$\Delta t$  es la variación en la temperatura.

$\alpha$  es la constante de proporcionalidad.

Se define al coeficiente de dilatación lineal ( $\alpha$ ) como la variación de longitud por unidad de ésta de un material, cuando hay un cambio en la temperatura y su unidad es  $\frac{1}{^\circ\text{C}}$  en el sistema internacional.

Los valores del coeficiente de dilatación lineal de algunos materiales sólidos se muestran en la siguiente tabla:

Material	$\alpha$ (Coeficiente de dilatación)
Acero	$1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Aluminio	$2.4 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Cobre	$1.7 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Concreto	$1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Hierro	$1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Latón	$1.8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Plata	$2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Plomo	$3 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Vidrio pyrex	$0.3 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Zinc	$2.6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

### 2.3.1 Dilatación superficial.

La fórmula de dilatación superficial es:

$$\Delta S = \beta A_i \Delta t$$

Donde

$\Delta S$  = Dilatación superficial

$\beta$  = Coeficiente de dilatación superficial

$A_i$  = Área inicial

$\Delta t$  = Variación en la temperatura

El coeficiente de dilatación superficial de una lámina, que se dilata en la misma proporción a lo largo y lo ancho, se puede obtener multiplicando el coeficiente de dilatación lineal por dos. Y se define al coeficiente de dilatación superficial como: La variación de la superficie de una placa, por unidad de área, cuando hay un aumento en la temperatura.

### 2.3.2 Dilatación volumétrica.

Es importante conocer cómo varía el volumen de un cuerpo cuando aumenta su temperatura. La fórmula es:

$$\Delta V = \gamma V_i \Delta t$$

Donde:

$\Delta V$  es la dilatación volumétrica.

$\gamma$  es el coeficiente de dilatación volumétrica.

$V_i$  Volumen inicial.

$\Delta t$  variación de la temperatura.

El coeficiente de dilatación volumétrica de un sólido; que se dilata igualmente en todas direcciones, se puede obtener multiplicando su coeficiente de dilatación lineal por tres. Y se define al coeficiente de dilatación volumétrico como: La variación del volumen por unidad de éste de un material, cuando hay un cambio en la temperatura.

## 2.4 Calor específico.

Hemos definido una cantidad de calor como la energía térmica requerida para elevar la temperatura de una masa dada. Pero la cantidad de energía térmica para elevar la temperatura de una sustancia varía con materiales diferentes.

El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de una masa unitaria en un grado. La fórmula basada en esta definición, puede escribirse en las siguientes formas útiles:

$$C_e = \left( \frac{Q}{m\Delta t} \right)$$

$$Q = mC_e\Delta t$$

El calor específico se mide en calorías sobre gramo y grado centígrados.

$$\left( \frac{\text{cal}}{\text{gr}^\circ\text{C}} \right)$$

### 2.4.1 Calor cedido y absorbido por los cuerpos.

La calorimetría significa medir el calor. Utilizando los valores conocidos de calor específico de las mediciones de materiales y temperatura, es fácil calcular el calor absorbido y despedido por algunas sustancias. El principio básico de la calorimetría es la conservación de la energía. Si un cuerpo caliente y un cuerpo frío se ponen en contacto térmico, con el tiempo alcanzarán el equilibrio térmico a la misma temperatura debido a la transferencia o flujo de calor. Si no se emite calor a los alrededores, entonces conforme a la ley de conservación de la energía tendremos:

$$\text{Calor perdido} = \text{calor ganado}$$

$$(\text{por el cuerpo caliente}) = (\text{Por el cuerpo más frío})$$

$$\Delta Q_{\text{perdido}} = \Delta Q_{\text{ganado}}$$

Un dispositivo de laboratorio que se utiliza para medir la pérdida o ganancia de calor es el calorímetro.

## EJERCICIOS

**Resuelve los siguientes problemas.**

1. El mercurio se funde a una temperatura de  $-39^\circ\text{C}$ . ¿Cuál es el valor correspondiente en las escalas Fahrenheit y Kelvin?
2. ¿Qué lectura se aprecia en dos termómetros de las escalas Celsius y Kelvin para una temperatura de  $-50^\circ\text{F}$ ?

3. Una cinta de acero es exacta cuando la temperatura es  $17^{\circ}\text{C}$ . Si un terreno mide 50 m de largo cuando la temperatura es de  $28^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál es la variación de su longitud? El coeficiente de dilatación lineal del acero es  $12 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}$
4. Un frasco de vidrio se llena con  $100 \text{ cm}^3$  de alcohol a  $15^{\circ}\text{C}$ . Si la temperatura se eleva a  $100^{\circ}\text{C}$ , ¿cuánto alcohol se derrama? Los coeficientes de dilatación volumétrica del vidrio y alcohol son  $9 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}$  y  $750 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.
5. Un cubo de aluminio mide 6 cm por lado a  $12^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será su dilatación volumétrica si se aumenta la temperatura a  $80^{\circ}\text{C}$ ? El coeficiente de dilatación del aluminio es  $24 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}$ .
6. ¿Qué calor se requiere para elevar la temperatura de un trozo de hierro de  $10^{\circ}\text{C}$  a  $70^{\circ}\text{C}$ , si su masa es de 200 g?
7. Un trozo de metal de 50 g cuya temperatura es de  $90^{\circ}\text{C}$  se coloca en 150 g de agua a  $17^{\circ}\text{C}$ . Si la temperatura final es de  $25^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál es el calor específico del metal?

## BLOQUE III. COMPRENDES LEYES DE LA ELECTRICIDAD.



### 3.1 Electrostática.

A la rama de la física que estudia las propiedades y fenómenos producidos por las cargas en reposo se le llama electrostática.

#### 3.1.1 Antecedentes de la electricidad.

La historia de la electricidad se remonta al año 600 a. C., cuando el filósofo, astrónomo y matemático Tales de Mileto observó que el ámbar (trozo de resina fósil) al ser frotado con piel de gato producía chispas y atraía partículas de pelusa y de paja; también notó la fuerza de atracción en los trozos de una roca magnética llamada piedra imán.

El vocablo electricidad viene del griego electrón, como se le llamaba a un trozo de resina fósil en el año 600 a. C. hoy conocida como ámbar.

Pero, ¿Qué son las cargas eléctricas?, Para responder la pregunta anterior, haz lo siguiente: Frota el peine de plástico en repetidas ocasiones con tu cabello, pasado un tiempo se observa, que el peine atrae a los cabellos.

En su estado normal el peine y el cabello son eléctricamente neutros, porque contienen el mismo número de protones y electrones; además, porque ambos cuerpos tienen sus átomos con igual cantidad de carga, pero con signo contrario.

De acuerdo con esta teoría, el proceso de "electrizar" o cargar eléctricamente un cuerpo, consiste en la transferencia de carga eléctrica entre los cuerpos que frotamos.

El objeto que recibe los electrones queda con un exceso de carga negativa y el que los cede, queda con un exceso de carga positiva; con la característica de que los objetos con carga de igual signo se repelen y los de carga de signo contrario, se atraen.

Experimentalmente se encuentra que la carga eléctrica no puede crearse ni destruirse. Cuando se separa una carga positiva siempre se genera una negativa de igual magnitud. Esta es una de las muchas leyes de la Física y recibe el nombre de la ley de la conservación de la carga eléctrica.

Ejemplo: Una barra de goma gana electrones, mientras que una pieza de lana pierde electrones. Una barra de cristal pierde electrones, mientras que una pieza de seda gana electrones. Estas situaciones son los mayores principios organizativos de electricidad.

### 3.1.2 Ley del Coulomb

Los materiales, cuando poseen electricidad estática, se comportan de manera diferente dependiendo del tipo y cantidad de carga que posean. Por ejemplo, si interactúan dos cuerpos, uno con carga positiva y otro con carga negativa, se manifestará entre ellos una fuerza de atracción.

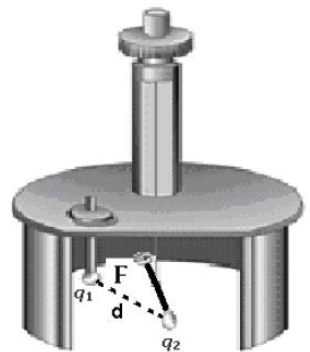
El científico francés Charles Agustín Coulomb (1736-1806) inventó la balanza de torsión. Para ello cargó una esfera fija con una carga  $q_1$  y otra esfera, situada en el extremo de una varilla colgada, con una carga  $q_2$ . La fuerza ejercida por  $q_1$  sobre  $q_2$  tuerce la varilla y la fibra de la que cuelga. Dichas mediciones permitieron determinar que:

La fuerza de interacción entre dos cargas  $q_1$  y  $q_2$  duplica su magnitud si alguna de las cargas dobla su valor, la triplica si alguna de las cargas aumenta su valor en un factor de tres, y así sucesivamente. Concluyó entonces que el valor de la fuerza era proporcional al producto de las cargas:

$$F \propto q_1, \quad F \propto q_2$$

Si la distancia entre las cargas es  $d$ , al duplicarla, la fuerza de interacción disminuye en un factor de 4; al triplicarla, disminuye en un factor de 9 y al cuadruplicar  $d$ , la fuerza entre cargas disminuye en un factor de 16. En consecuencia, la fuerza de interacción entre dos cargas puntuales, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia:

$$F \propto \frac{1}{d^2}$$



Finalmente, se introduce una constante de proporcionalidad para transformar la relación anterior en una igualdad:

$$F = \frac{kq_1q_2}{d^2}$$

La ecuación representa la Ley de Coulomb enunciándola de la siguiente manera:

“La magnitud de la fuerza entre dos cargas puntuales es proporcional al producto de las dos cargas,  $q_1$  y  $q_2$ , e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas”.

El valor de la constante  $K$  depende del sistema de unidades escogido y de la sustancia en la que se encuentren las cargas (aire, agua, aceite, etcétera).

Medios materiales	Valores de Constante (K)
Vacío	$9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Aire	$8.99 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Gasolina	$3.9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Ámbar	$3.3 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Vidrio	$2 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Aceite	$1.95 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Mic	$1.66 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Petróleo	$4.28 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Glicerina	$2.09 \times 10^8 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
Agua	$1.1 \times 10^8 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

### 3.1.3 Campo eléctrico.

El campo, eléctrico es una función que a cada punto del espacio le asigna una intensidad y una dirección, y que corresponden más o menos a la intensidad y dirección de la fuerza que una carga experimentaría puesta en ese lugar. Más precisamente, es la fuerza dividida por la carga, esto es, son las unidades de fuerza por cada unidad de carga que allí, en el respectivo punto del espacio, experimentaría un objeto cargado.

De lo anterior, se entiende que el campo eléctrico  $E$  se define como la fuerza eléctrica que experimenta una carga de prueba positiva  $+q$  entre dicha carga.

$$E = \frac{F}{q}$$

Donde  $E$  representa el Campo Eléctrico.

$F$  es la fuerza eléctrica y  $q$  es la carga que experimenta la fuerza.

Faraday introdujo la idea de "líneas de fuerza" que actúan sobre los objetos cargados que se encuentran alrededor de ellas.

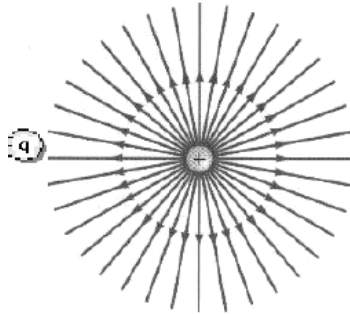
Las cargas eléctricas no precisan de ningún medio material para ejercer su influencia sobre otras, de ahí que las fuerzas eléctricas sean consideradas fuerzas de acción a distancia. Cuando en la naturaleza se da una situación de este estilo, se recurre a la idea de campo para facilitar la descripción en términos físicos de la influencia que uno o más cuerpos ejercen sobre el espacio que les rodea.

La noción física de campo se corresponde con la de un espacio dotado de propiedades medibles. En el caso de que se trate de un campo de fuerzas, éste viene a ser aquella región del espacio en donde se dejan sentir los efectos de fuerzas a distancia.

El campo eléctrico se suele representar como líneas de campo eléctrico o también llamadas líneas de fuerza. Estas líneas de fuerza tienen una serie de propiedades:

- Las líneas de fuerza van siempre de las cargas positivas a las cargas negativas (o al infinito).

- Las líneas son uniformes y continuas con origen en las cargas positivas y final en las negativas.
- Una línea de campo eléctrico es una línea tal que es tangente a la misma, en cualquier punto, es paralela al campo eléctrico existente en esa posición.
- El número de líneas de fuerza es siempre proporcional a la carga.
- La densidad de líneas de fuerza en un punto es siempre proporcional al valor del campo eléctrico en dicho punto.



La intensidad y dirección del campo eléctrico  $E$  en un punto, debido a varias cargas, es la suma vectorial de las intensidades eléctricas debidas a las cargas individuales, es decir:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$$

#### 3.1.4 Energía potencial eléctrica.

Un objeto tiene energía potencial en virtud de su posición, si alzas un objeto a cierta altura, estás realizando trabajo sobre el objeto. Además, estás incrementando su energía potencial gravitacional. Cuanto mayor es la altura a la que llevas el objeto, más grande es el aumento en su energía potencial. La realización de trabajo sobre el objeto hace que aumente su energía potencial gravitacional.

Un objeto con carga puede tener energía potencial en virtud de su posición en un campo eléctrico. Del mismo modo que se requiere trabajo para alzar un objeto contra el campo gravitacional de la tierra, se necesita trabajo para empujar una partícula con carga contra el campo eléctrico de un cuerpo cargado. La energía potencial eléctrica de una partícula con carga aumenta cuando se realiza trabajo para empujarla contra el campo eléctrico de algún otro objeto cargado.

$$E = \frac{kq_1q_2}{d}$$

“Las cargas eléctricas, cuando tienen libertad para moverse, siempre se mueven hacia regiones donde su energía potencial sea menor”.

Este movimiento de las cargas eléctricas se conoce como corriente eléctrica, este concepto se tratará con mayor detenimiento en temas posteriores y tiene mucha importancia en tecnología porque es la base del funcionamiento de todos los circuitos eléctricos.

#### 3.1.5 Potencial eléctrico.

El potencial eléctrico está relacionado con la energía potencial eléctrica y se define como:

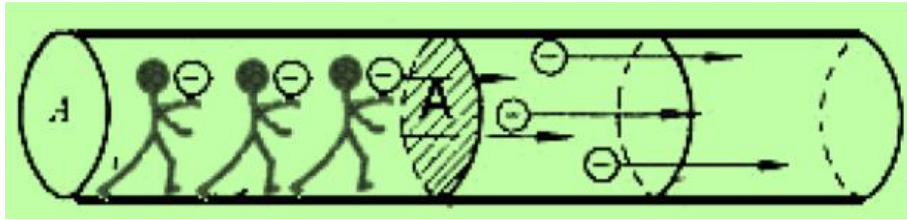
El cociente de la energía potencial eléctrica que posee la carga  $q$ , en un punto, entre la misma carga” y se representa:

$$V = \frac{E_p}{q}$$

La unidad de potencial eléctrico en el Sistema Internacional de medidas resulta de dividir la unidad de energía (Joule) entre la unidad de carga (Coulomb) y se llama Volt.

### 3.2 Electrocínética.

La parte de la Física que estudia los fenómenos y características de las cargas en movimiento se llama electrocínética.



Esa corriente puede ser pequeña o grande. La magnitud que nos dice cómo es, se denomina intensidad de corriente y depende tanto de la cantidad de carga eléctrica (cantidad de electrones que se mueven por el cable) como del tiempo que tardan en pasar y la definiremos de la siguiente manera: Intensidad de corriente eléctrica es la cantidad de carga que pasa por una sección de un conductor, entre el tiempo que tarda en pasar, y lo expresamos por medio de la ecuación:

$$I = \frac{q}{t}$$

Usando las unidades de coulomb para la carga y segundos para el tiempo, tendremos:

$$\frac{\text{Coulomb}}{\text{segundo}} = \text{Ampere}$$

Para calcular el número de electrones que han circulado por el conductor es preciso saber que 1 coulomb equivale a  $6.27 \times 10^{18}$  veces la carga del electrón. Utilizando la siguiente ecuación.

$$Ne = \frac{q}{qe}$$

Así pues, el ampere es la unidad de intensidad de corriente eléctrica y se simboliza A.

El sentido convencional que se da a la corriente eléctrica es para donde se mueve o moverá una carga positiva, es decir, de positivo a negativo y debemos distinguir entre corriente directa o continua y corriente alterna. La primera se obtiene por un voltaje que no cambia de signo con el tiempo y la segunda, cuando el voltaje cambia constantemente su signo.

#### 3.2.1 Ley de Ohm

De manera pues, que si un conductor une dos puntos de distinto potencial, la intensidad de corriente que recorrerá el mismo será directamente proporcional a la diferencia de potencial entre ambos extremos e inversamente proporcional a la resistencia del conductor. Al enunciado anterior se le conoce como la Ley de Ohm.



$$I = \frac{V}{R}$$

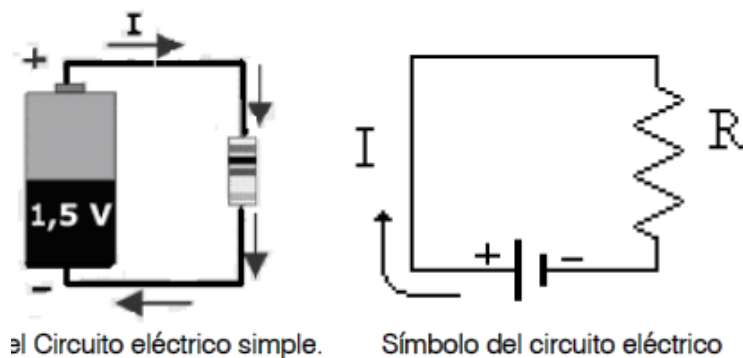
I es la intensidad de la corriente en amperes (A).

V es la diferencia potencial entre sus extremos en voltios (V)

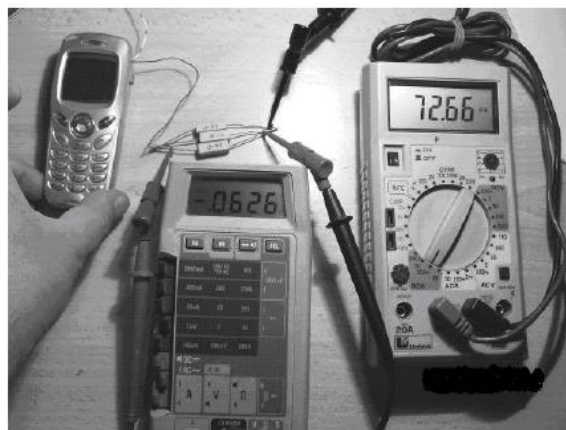
R es la resistencia del conductor en Ohm.

### 3.2.2 Circuitos eléctricos.

Se denomina circuito eléctrico al camino cerrado por donde pueda fluir la carga eléctrica y, por lo general, este tipo de circuitos contienen diferentes elementos, como resistencias, condensadores, bobinas y transformadores.



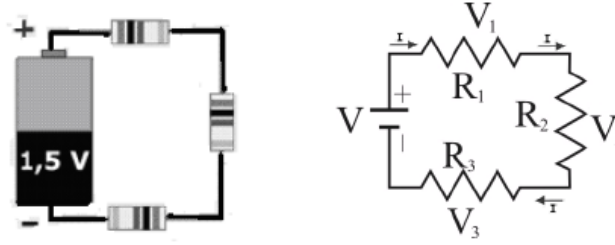
Cabe señalar que existen aparatos diseñados para medir la intensidad de corriente eléctrica llamados AMPERÍMETROS, los cuales se conectan en serie con la línea del circuito y otros empleados para medir la diferencia de potencial o voltaje llamados VOLTÍMETROS, los cuales deben conectarse en paralelo a la línea del circuito para hacer la medición.



En época navideña acostumbramos conectar por medio de alambres conductores un gran número de foquitos para decorar nuestra casa. Estos foquitos y cualesquier otro elemento eléctrico poseen cada uno una resistencia eléctrica y se pueden conectar entre sí: En serie, en paralelo y combinados o mixtos.

### 3.2.3 Circuitos de resistencia en serie.

Cuando se quiere lograr la mayor resistencia, pero la menor Intensidad de corriente eléctrica, se construye un circuito de resistencias conectadas en serie y se asocian una seguida de otra, con un solo camino para el paso de la corriente eléctrica, como lo muestra la siguiente figura:



Las Características del Circuito son:

La corriente eléctrica  $I$ , que pasa por cada resistencia, es igual en magnitud a la intensidad total, es decir,  $I_t = I_1 = I_2 = I_3$ .

Además hay una caída de potencial en cada resistencia, debido a que la carga efectúa trabajo para pasar a través de cada resistencia y el voltaje total se encuentra:

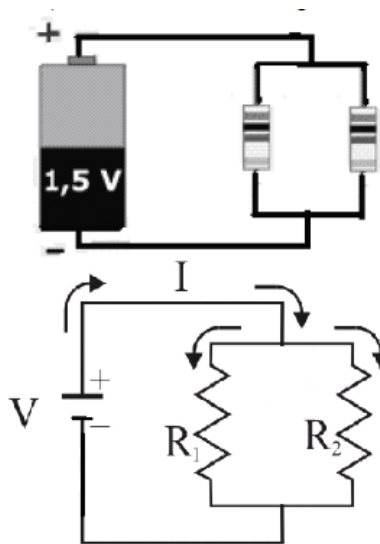
$$V = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

De esta ecuación se puede deducir que la resistencia total es  $R = R_1 + R_2 + R_3$

Cuando se conectan varias resistencias en serie, hay una misma intensidad de corriente en todo el circuito, una caída de voltaje al paso de cada resistencia y la resistencia del circuito se encuentra sumando las resistencias parciales.

### 3.2.4 Circuitos de resistencia en paralelo.

Cuando se quiere lograr la menor resistencia, pero la mayor Intensidad de corriente eléctrica, se construye un circuito de resistencias conectadas en paralelo. En este circuito las resistencias se colocan una al lado de la otra; todas las terminales de un lado, como se muestra en la figura



En la figura podemos apreciar que la intensidad de corriente total se divide entre cada elemento y existe una sola caída de voltaje en el circuito. Matemáticamente esto lo podemos expresar de la siguiente manera:

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

La gran ventaja al emplear este tipo de conexiones es el hecho de que la resistencia total del circuito disminuye y es siempre menor que la resistencia más pequeña que se conecte en el conjunto y, por otro lado, el hecho de que si un elemento se daña, el circuito sigue funcionando por las líneas alternas. Por eso este tipo de conexiones es muy empleado en la industria, en el comercio y en nuestra propia casa.

### EJERCICIOS

***Resuelve los siguientes problemas.***

1. Determina el campo eléctrico en el centro de un rectángulo de 80 cm de base y 60 cm de altura, en el que se han colocado dos cargas positivas de 45 nanocoulombs en los vértices superiores y dos negativos de 85 nanocoulombs en los otros dos vértices.
2. Cuatro resistores  $R_1 = 6\Omega$ ,  $R_2 = 10\Omega$ ,  $R_3 = 12\Omega$ ,  $R_4 = 15\Omega$  están conectados en paralelo, si la intensidad de corriente que pasa por el de  $15\Omega$  es de  $4^a$ , determina:
  - a. La intensidad de la corriente que pasa por los otros tres resistores.
  - b. La potencia total consumida por los cuatro resistores.

## BLOQUE IV. RELACIONAS LA ELECTRICIDAD CON EL MAGNETISMO.



### 4.1 Magnetismo.

El término magnetismo guarda relación con ciertas rocas halladas por los antiguos griegos hace más de 2000 años en la región de Magnesia. Estas piedras imán, así llamadas por ellos, tenían la extraña propiedad de atraer fragmentos de hierro. Fueron los chinos en el siglo XII los primeros en emplear los imanes en la navegación. En siglo XVI William Gilbert, médico de la reina Isabel, produjo imanes artificiales al frotar trozos de hierro contra las piedras imán, y sugirió que una brújula siempre señala la dirección norte-sur porque la propia tierra tiene propiedades magnéticas. Posteriormente, en 1750 John Michael, de Inglaterra, encontró que los polos magnéticos cumplen con la ley del inverso de los cuadrados y su resultado fue confirmando por Coulomb.

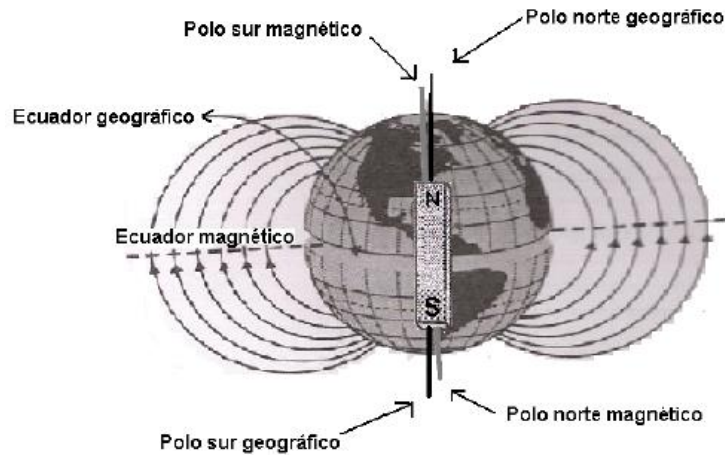
Si se toma un imán de barra y lo acercamos a limaduras de hierro, notaremos que éstas se concentran en mayor cantidad en sus extremos. Esto indica que la fuerza del imán, llamada fuerza magnética, es más intensa en esos lugares llamados polos magnéticos del imán.



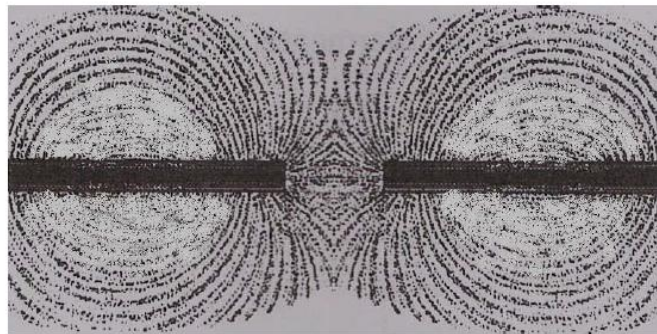
"Los polos magnéticos de un imán son regiones donde la fuerza (o el campo) magnética es más intensa"

Si suspendemos un imán de barra con un hilo delgado, se orienta, después de cierto tiempo, de modo que uno de sus extremos apunta hacia el norte y el otro al sur. El primero, se dice que es el polo norte magnético del imán y, obviamente, el segundo es el polo sur. Esto indica que la tierra misma es un imán, cuyo polo sur magnético está hacia el norte geográfico y viceversa.

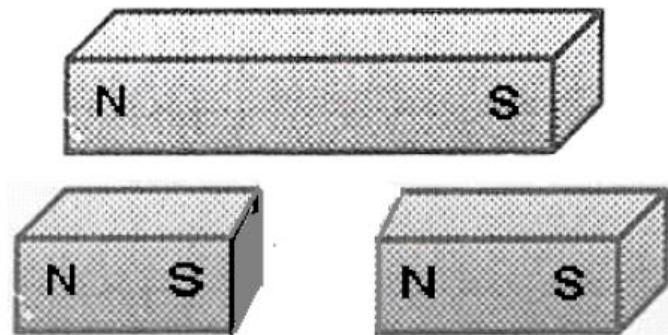
## CAMPO MAGNETICO TERRESTRE



También podemos descubrir que si acercamos dos imanes de barra por sus dos polos iguales, se repelen entre sí, pero si lo hacemos con sus polos diferentes se atraen.



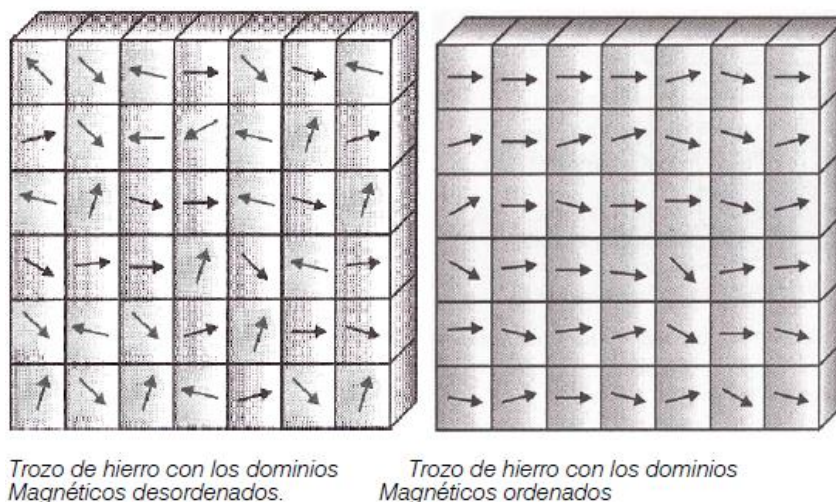
Si por accidente se nos cae un imán, notaremos que al partirse se forman dos nuevos imanes, cada uno con sus polos norte y sur.



El campo magnético de cada uno de los átomos del hierro es tan intenso que la interacción entre átomos adyacentes provoca que grandes grupos de ellos se alineen entre sí. Estos grupos de átomos alineados se llaman dominios magnéticos. Cada dominio está perfectamente magnetizado, y está constituido por millones de átomos alineados. Los dominios son extremadamente pequeños, y un cristal de hierro contiene muchos de ellos.

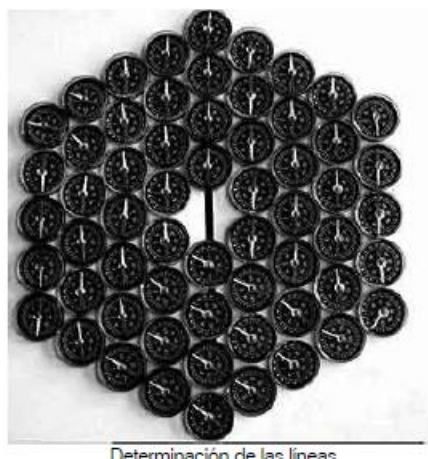


Los dominios se alinean de manera muy semejante a como lo hacen las cargas eléctricas en un trozo de papel en presencia de una varilla cargada. Los imanes se hacen así, simplemente colocando trozo de hierro para hacer que se alineen esos dominios que se resisten a hacerlo. Otra manera de alinear los dominios es frotar un trozo de hierro con un imán; el frotamiento alinea los dominios en el hierro. Si se deja caer un imán permanente o si se le calienta, algunos de los dominios se desalinean y, como consecuencia, el imán se debilita.



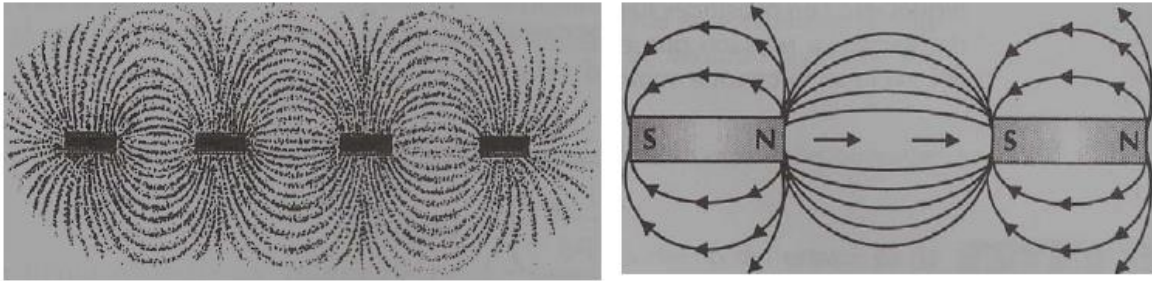
#### 4.1.1 Campo magnético.

Los imanes causan en el espacio a su alrededor un campo magnético (B). Esto es, en el espacio que rodea a un imán se produce un campo de fuerza que actúan sobre otros imanes colocados ahí. Las líneas de dicho campo pueden observarse así:



Si colocamos muchas agujas imantadas (brújulas) en la proximidad de un imán y observamos su reacomodo, éstas nos indicarán las líneas del campo magnético. Por convención, el sentido de éste es hacia donde apunta el polo norte de las brújulas.

Al colocar limaduras de fierro sobre una cartulina, o en una placa de vidrio y por debajo un imán, las limaduras se acomodan siguiendo las líneas del campo magnético producido.



Así como en los campos gravitacional y eléctrico, estas líneas están más cercanas unas de otras, donde el campo es más intenso, entonces, las líneas de campo magnético tienen las siguientes características:

- La dirección del campo magnético, en un punto determinado, es la tangente a la línea de campo en ese punto.
- El sentido de este campo es hacia donde apunta el polo norte de una brújula de prueba.
- Su número es mayor en las regiones donde el campo es más intenso.

#### 4.1.2 Interacción entre electricidad y magnetismo.

Los conceptos del magnetismo y de la electricidad se desarrollaron en forma independiente hasta que, en 1820, el profesor Danés de Física de segunda enseñanza, llamado Hans Christian Oersted descubrió, en una demostración que realizaba en el salón de clases, que una corriente eléctrica afecta a una brújula magnética. Vio que el magnetismo estaba relacionado con la electricidad. Poco después, el Físico francés Ampere propuso que las corrientes eléctricas son la fuente de todo magnetismo. La explicación de este hecho la dio Albert Einstein en 1905.

##### Fuerza y campo magnético

El espacio contiene energía; esta energía está contenida en el campo que se origina en la carga eléctrica. Toda carga se encuentra rodeada por un campo eléctrico. Si la carga está en movimiento, la región del espacio que la rodea se modifica todavía más. Esta modificación debida al movimiento de una carga se llama campo magnético (B).

Para determinar la magnitud magnética de B, se recurre a otras propiedades del campo, que disminuye a medida que nos alejamos del alambre para hacer la medición y aumenta si aumentamos la intensidad de corriente que pasa por el alambre. Esto se expresa en la siguiente ecuación:

$$B = \frac{K_m I}{d}$$

Donde B es la magnitud del campo magnético, I la intensidad de corriente eléctrica, d la distancia al alambre y  $k_m$  es la constante magnética o de ampere, la cual en el sistema internacional tiene un valor de  $k_m = 2 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ , esto obliga a medir la intensidad de corriente en amperes, la distancia en metros y la unidad del campo es:

$$B = \frac{\left(\frac{\text{Nw}}{\text{A}^2}\right)(\text{A})}{\text{m}} = \frac{\text{Nw}}{\text{A} \cdot \text{m}} = \text{Tesla}$$

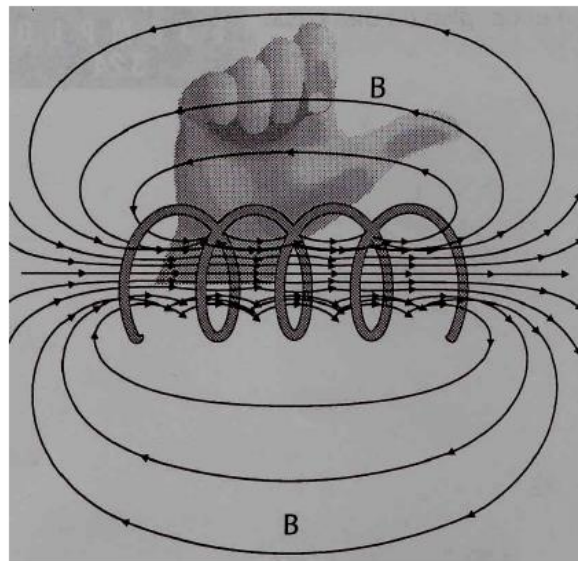
Que se abrevia ts. Como es una unidad muy grande es común la utilización de otra unidad llamada gauss, cuya equivalencia es  $\text{tesla} = 1 \times 10^4 \text{ gauss}$  o  $1 \text{ gauss} = 1 \times 10^{-4} \text{ teslas}$ .

Como ya se dijo, al pasar la corriente por un alambre produce un campo magnético y si queremos saber la dirección y el sentido de este campo podemos emplear una brújula que, al orientarse, nos señalará la polaridad.

#### 4.1.3. Bobinas y electroimanes.

Se pueden obtener campos magnéticos más intensos que el producido por un alambre recto, si lo doblamos o enrollamos.

Cuando hacemos que el alambre dé una vuelta, el campo magnético de una sección se superpone con el de la otra, produciendo un campo magnético dos veces mayor en el espacio entre ellas, pero si enrollamos el alambre de modo que dé varias vueltas, formamos lo que se llama una bobina y se producen campos magnéticos mucho más intensos, dependiendo del número de vueltas y por supuesto de  $I$ .



Cuando a una bobina se le introduce una barra de hierro, como un tornillo enrollado en cobre, se originan, al pasar la corriente, campos magnéticos aun de mayor intensidad. A este dispositivo se le llama electroimán y tiene la importante propiedad de producir campos magnéticos variables, lo que los hace de enorme importancia en la tecnología moderna, para fabricar: Medidores eléctricos, timbres, teléfonos, elevadores, motores y generadores eléctricos.

En 1831, otro gran científico, Michael Faraday, se planteó la pregunta: Si la corriente produce magnetismo, ¿podrá el magnetismo producir corriente?

Sus investigaciones lo condujeron a una respuesta afirmativa. Si un conductor es obligado a moverse en un campo magnético, se genera una corriente eléctrica a través del conductor. A este fenómeno se le conoce como inducción electromagnética y provocó una verdadera revolución en el estudio del electromagnetismo, porque a partir de energía mecánica (por ejemplo de una caída de agua), se obtiene energía eléctrica y es el principio básico del funcionamiento de un generador y de una gran cantidad de dispositivos electromagnéticos, como los transformadores.



En la práctica, el método más adecuado de producir este movimiento entre el conductor y el campo magnético, es suspender una bobina giratoria dentro del campo. A esta bobina se le llama armadura del generador e induce un voltaje alterno, es decir, que cambia de signo con el tiempo y produce corrientes también alternas.

En las grandes centrales de energía eléctrica, se utiliza la fuerza hidráulica o del vapor (en las termoeléctricas), para hacer girar los generadores.

La explicación detallada de este fenómeno, de producir corriente, a partir de movimientos relativos entre conductores y campos magnéticos, se sale de los alcances de este folleto, pero queremos hacer hincapié que tiene fabulosas aplicaciones en la tecnología actual.

Puede asegurarse, sin lugar a ninguna duda, que el trabajo más sobresaliente en el campo del electromagnetismo, fue realizado, hace poco más de 100 años, por el célebre físico escocés James Clerk Maxwell, quien basándose en las investigaciones de Coulomb, Ampere y Faraday, y agregando a ellas nuevas concepciones creadas por él mismo, desarrolló un conjunto de ecuaciones conocidas como las ecuaciones de Maxwell, que son para el electromagnetismo lo que las leyes de Newton para la mecánica.

La consecuencia más importante de esas ecuaciones fue la previsión de la existencia de las ondas electromagnéticas: luz, ondas de radio, de televisión, microondas, rayos X, rayos infrarrojos y ultravioleta, etcétera, que actualmente se conocen ampliamente y son utilizadas en alto grado en la ciencia y tecnología moderna.

### EJERCICIOS

***Resuelve los siguientes problemas.***

1. Determina la densidad del flujo magnético  $B$  en el aire a una distancia de 1.5 mm alrededor de un conductor por el que fluye una corriente de 0.5A.
2. Determina la magnitud, dirección y sentido de la fuerza magnética sobre un electrón cuya carga es de  $1.6 \times 10^{-19}C$  y atraviesa de izquierda a derecha el campo magnético de un imán colocado de modo que el polo norte quede arriba del polo sur. La velocidad del electrón es  $2.5 \times 10^6 m/s$  y la densidad de flujo magnético del campo es de 7500 gauss.
3. Determina la fuerza magnética lateral que actúa sobre un conductor de 25 cm por el que fluye una corriente eléctrica de 4.75 A cuando atraviesa un campo magnético de 2.5 T.
4. Determina la densidad del flujo magnético por unidad de longitud en un solenoide de 200 espiras que se encuentra en el aire por el que fluye una corriente de 3.85 A.

## Bibliografía

Eusebio Pillado Hernandez. (2007). *Física 2*. Sonora: Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora.

Pratz, J. A. (2011). *Física II*. Xalapa: Nueva Imagen.