

GUÍA DE FÍSICA II

HIDROSTÁTICA

HIDROSTÁTICA: Es la parte de la física que estudia a los fluidos en reposo.

FLUIDO: El concepto de **fluidos** se aplica tanto para líquidos como para gases, debido a que manifiestan propiedades comunes que los diferencian de los sólidos.

Mientras que los sólidos tienen forma y volumen propios, los fluidos adquieren la forma del recipiente que los contiene, además; los sólidos tienden a cambiar su forma debido a los agentes que actúan sobre ellos, mientras que los fluidos prácticamente no resisten la acción de dichos agentes y tiende a fluir.

Las fuerzas internas a las que se debe el comportamiento de los fluidos son de dos tipos:

- Las fuerzas relacionadas con la presión, son consecuencia de la propiedad que tienen los fluidos de ponerse en movimiento bajo la acción de cualquier fuerza.
- Las fuerzas debidas a la viscosidad, están relacionadas con la resistencia provocada por la fricción entre las diferentes capas de un fluido en movimiento.

Las fuerzas debidas a la presión, tienen la propiedad de que para que un fluido esté en equilibrio, deben ser perpendiculares a la superficie del fluido, ya que si fueran tangenciales se produciría un movimiento.

LIQUIDOS Y GASES:

Diferencias entre líquidos y gases: Ambos tipos de fluidos tienen en común que no tienen una forma propia y fluyen cuando se les aplica fuerzas tangenciales, pero se diferencian en que la masa de un líquido ocupa un volumen constante, independiente del recipiente que lo contenga, en cambio, una masa de gas no tiene un volumen fijo, ya que adquiere el del recipiente que lo contiene.

La propiedad de **compresibilidad** permite que los gases se puedan comprimir, o lo que es lo mismo, se puede reducir su volumen. Los gases son *compresibles*, mientras que los líquidos son casi *incompresibles*.

DENSIDAD:

En el estudio de los fluidos, es importante conocer sus propiedades, por lo que conviene sustituir el concepto de masa por el de *densidad o masa volumétrica* del fluido en cada uno de sus puntos, la cual se define como:

Densidad o masa volumétrica es la relación que existe entre el volumen y la masa de un material.

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

ρ = Densidad [kg/m³]

m = masa del material considerado [kg]

V = Volumen de dicho material [m³]

El valor de la densidad de cada sustancia tiene el mismo valor en cualquier lugar donde se mida, ya que tanto la masa como el volumen tienen un valor que es independiente del lugar donde se determinen.

PRESIÓN HIDROSTÁTICA.

En los fluidos es más conveniente utilizar el concepto de *presión* que el de fuerza, porque los fluidos no tienen forma propia, se considera que la fuerza está distribuida sobre la superficie, y también porque dichas fuerzas no se transmiten en la dirección que se aplican, ya que *se transmiten en todas direcciones*, por lo que esta presión se llama **hidrostática**.

La presión en general se define como:

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

P = Presión [Pascal = N/m²]

F = Fuerza [N]

A = Área [m²]

Todos los cuerpos situados en el interior de un fluido están sometidos a una presión cuyo valor cambia de un punto a otro del fluido. Supongamos que en un fluido cuya densidad es ρ analizamos dos puntos separados por una distancia vertical h y donde P_0 y P son las presiones del fluido en cada uno de dichos puntos.

Entonces la diferencia de presión entre ambos puntos será:

$$P - P_0 = \rho g h$$

(Diferencia de presión = altura x densidad x g)

Es decir, la diferencia de presión entre dos puntos de un fluido en equilibrio es proporcional a la distancia vertical o desnivel entre los puntos. Al producto $\rho g h$ se le llama *presión hidrostática*.

PRESION ATMOSFÉRICA.

La superficie de la tierra está cubierta por una capa gaseosa llamada atmósfera, que tiene un tamaño aproximado de 40 km. de altura. La atmósfera es una mezcla de gases que denominamos *aire*, y que tiene la siguiente composición: nitrógeno (78%), Oxígeno (20%), Argón (1%), Anhídrido carbónico (0.03%), Hidrógeno (0.001%) y trazas de otros gases como el Neón, el Helio, etc. Aunque en las proximidades de la superficie terrestre predominan el nitrógeno y el oxígeno, las proporciones relativas de los distintos gases varían con la altura.

Esta masa gaseosa ejerce una presión sobre los cuerpos que se encuentran en su interior, llamada *presión atmosférica*. Debido a que siempre estamos sometidos a esta acción, no nos percatamos de su existencia, hasta que nos trasladamos a grandes alturas, donde experimentamos molestias producto de la variación en la presión. La densidad de la atmósfera es menor a mayor altura y la presión no disminuye uniformemente, por lo que cada vez es necesario elevarse una distancia mayor para que la presión disminuya en un cierto valor.

En 1644 el evangelista Torricelli (1608-1647) realizó un experimento para demostrar la existencia de la presión atmosférica. A un tubo de vidrio de un metro de longitud y cerrado en uno de sus extremos, lo llenó con mercurio y lo invirtió en una cubeta conteniendo también mercurio. Observó que el mercurio contenido en el tubo no salía completamente del tubo formado en el interior del tubo una columna de líquido cuya altura era aproximadamente de 76 cm. El dispositivo construido de este experimento se llamó **barómetro**.

Se le llama *presión normal* a la presión atmosférica que al nivel del mar y a 0° C de temperatura equilibra a una columna de mercurio de 76 cm de altura. Esta presión también recibe el nombre de 1 *atmósfera* y su valor es:

$$P_{\text{atm}} = (0,76 \text{ m}) (13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3) (9,8 \text{ m/s}^2) = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

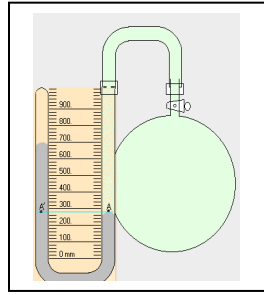
PRESION MANOMÉTRICA:

Los aparatos usados para medir la presión en el interior de algún fluido, se llaman *manómetros* y pueden ser hidrostáticos o metálicos.

Entre los manómetros hidrostáticos, el más común es el que consiste de un tubo en forma de U, que contiene un líquido que se utiliza como indicador. Uno de sus extremos se conecta al recipiente que contiene al fluido y cuya presión se quiere medir, esta presión hace que el líquido suba en una de las ramas del manómetro hasta que se logre el equilibrio. La diferencia de alturas h nos permite calcular la *presión manométrica*, que es la diferencia entre la presión del fluido en el interior del tanque y la presión atmosférica. Sobre la superficie del líquido de la rama abierta del manómetro se ejerce la acción de la presión atmosférica, si se quiere conocer el valor de la presión total o absoluta, se debe sumar la presión manométrica a la presión atmosférica.

$$P_{\text{absoluta}} = P_{\text{atmosférica}} + P_{\text{manométrica}}$$

Los manómetros metálicos se basan en la deformación que sufre un tubo metálico hueco cuando tiende a desenrollarse (como un espanta suegras) debido a la aplicación de una cierta presión. Este movimiento se amplifica por medio de un mecanismo que hace girar una aguja que indica la presión.



Manómetro tipo U



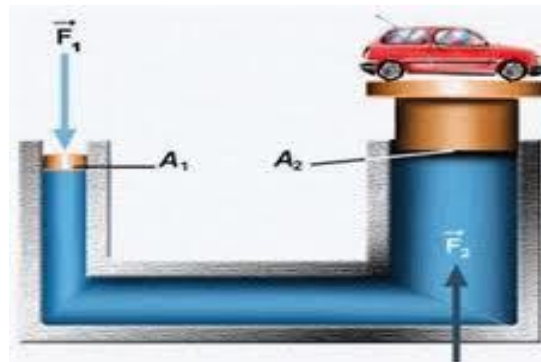
Manómetro de bourdón

PRINCIPIO DE PASCAL.

Toda presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente a todos los puntos del fluido y a las paredes del depósito que lo contiene.

Aun cuando suponemos que los líquidos son incompresibles, en realidad son ligeramente compresibles. Esto significa que un cambio de presión que se aplique a una porción de un líquido, se propaga por éste como una onda a la velocidad del sonido en ese líquido. Una vez que la perturbación ha terminado y se establece el equilibrio, el principio de Pascal es válido.

Prensa hidráulica: Este dispositivo está formado por un recipiente completamente lleno de líquido, el cual consta de dos émbolos que tienen áreas diferentes. Si en el émbolo pequeño se ejerce una fuerza F_1 , el líquido experimenta una presión igual a F_1/A_1 , al mismo tiempo que sobre el émbolo mayor resulta una presión F_2/A_2 , debida a la fuerza F que se produce.



Prensa Hidráulica

De acuerdo al principio de Pascal las dos presiones deben ser iguales, por lo cual se establece que:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

F_1 = fuerza ejercida en el émbolo pequeño [N]
 A_1 = área del émbolo pequeño [m²]
 F_2 = fuerza que resulta en el émbolo mayor [N]
 A_2 = área del émbolo grande [m²]

De lo anterior se deduce que si se ejerce una fuerza pequeña en el émbolo pequeño, en el émbolo mayor tendremos una fuerza mayor y a medida que aumenta la diferencia entre el tamaño de los émbolos será mayor esta diferencia de fuerzas.

Como el trabajo realizado en los dos émbolos debe tener el mismo valor, tenemos que:

$$f s = F S \Rightarrow \frac{F_2}{S} = \frac{F_1}{s}$$

F_1 = fuerza ejercida en el émbolo pequeño, [N]
 s = desplazamiento del émbolo pequeño, [m²]
 F_2 = fuerza que resulta en el émbolo grande [N]
 S = desplazamiento del émbolo grande [m²]

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES.

Uno de los mayores descubrimientos en la época de los griegos por su importancia y utilidad es el del empuje que ejercen los fluidos sobre los cuerpos sumergidos en su interior, descubrimiento realizado en el siglo III A.C. por Arquímedes, un gran matemático de Siracusa. La historia refiere el hecho que propició el descubrimiento: el rey Hierón mandó confeccionar una corona de oro, y le pidió a Arquímedes que comprobara sin destruirla, si la corona contenía algún otro metal además de oro. El análisis de este problema llevó a Arquímedes a la siguiente conclusión:

Todo cuerpo en contacto con un fluido en equilibrio experimenta una fuerza vertical dirigida de abajo hacia arriba e igual al peso del volumen del fluido desplazado. Esta fuerza recibe el nombre de ***empuje***.

Sea ρ_f la densidad del fluido y V_c el volumen desplazado por el cuerpo. Entonces la masa del fluido desplazado es $M_f = V_c \rho_f$ y su peso es $M g = V_c \rho_f g$. Por lo que de acuerdo al principio de Arquímedes, el empuje es:

$$E = V_c \rho_f g$$

$$\text{empuje} = (\text{volumen del cuerpo}) \times (\text{densidad del fluido}) \times (g)$$

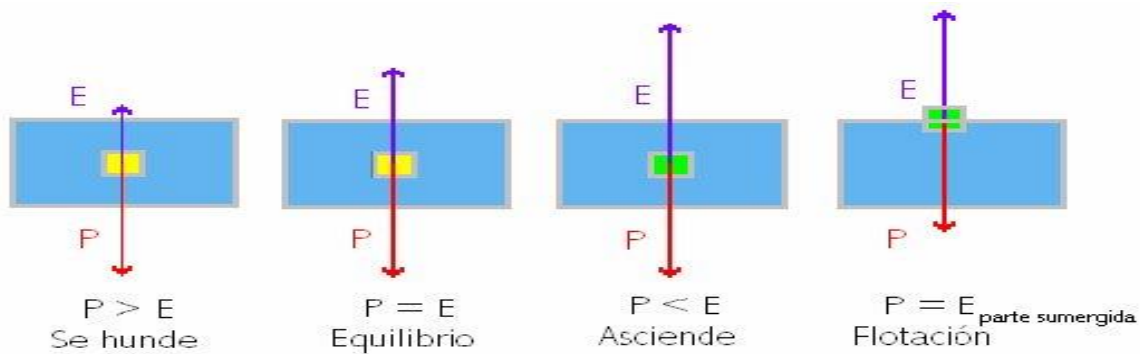
La ecuación anterior la podemos escribir como:

$$E = A h \rho_f g$$

$$\text{empuje} = (\text{área del cuerpo}) \times (\text{altura del cuerpo}) \times (\text{densidad del fluido}) \times (g)$$

Por consiguiente, todo cuerpo en contacto con un fluido está siempre sometido a la acción de dos fuerzas por lo menos, que tienen direcciones opuestas: su peso P hacia abajo y el empuje E del fluido hacia arriba. Debido a este empuje, los cuerpos que están dentro de un líquido parece que pesan menos, por lo que éste peso aparente sería:

$$w_{\text{aparente}} = w_{\text{aire}} - E$$



CUESTIONARIO: HIDROSTÁTICA

- 1.- () Parte de la Física que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo:
a) Mecánica b) Estática c) Hidrostática d) Hidrodinámica
- 2.- () Es la relación de la masa entre el volumen de un cuerpo:
e) peso específico f) peso g) densidad h) fuerza
- 3.- () Las fuerzas ejercidas hacia el interior de los fluidos se transmiten:
y) hacia abajo z) hacia arriba a) hacia los lados b) en todas direcciones
- 4.- () Relación del peso entre el volumen de un cuerpo:
h) masa i) densidad k) viscosidad .m) peso específico
- 5.- () La resistencia a fluir que presentan los líquidos se llama:
h) dureza i) densidad k) viscosidad m) peso específico
- 6.- () Relación de la fuerza ejercida entre el área donde se aplica dicha fuerza:
n) densidad o) peso específico p) presión q) viscosidad
- 7.- () En el sistema internacional de unidades, el Pascal es una unidad equivalente a:
v) Newton por metro x) Newton entre metro
y) Metro entre Newton z) Newton entre metro cuadrado
- 8.- () La diferencia de presión entre dos puntos en el interior de un fluido en equilibrio, Se llama:
n) presión barométrica o) presión hidrostática
p) presión absoluta q) presión manométrica
- 9.- () El producto de la densidad del cuerpo por la gravedad y por la altura, se llama:
a) presión manométrica b) presión barométrica
c) presión hidrostática d) presión absoluta
- 10.- () La fuerza dirigida hacia arriba, que experimenta un cuerpo sumergido dentro de Un fluido se llama:
e) densidad f) peso específico h) empuje i) viscosidad

- 11.- () El valor de la fuerza de empuje que experimenta un cuerpo en el interior de un fluido, es igual a:
r) peso aparente menos peso en el aire. s) peso aparente más peso en el aire.
t) peso aparente por peso en el aire. u) peso en el aire menos peso aparente.
- 12.- () Toda presión aplicada a un fluido confinado se transmite a todos los puntos del fluido y a las paredes del depósito que lo contiene.
f) principio de Arquímedes g) principio de Pascal
h) teorema de Bernoulli y) ley de Hooke
- 13.- () En una prensa hidráulica, se aplica el principio de:
a) Arquímedes b) Bernoulli c) Pascal d) Torricelli
- 14.- () En una prensa hidráulica, el valor de la fuerza en el émbolo de mayor diámetro en comparación con el valor de la fuerza aplicada en el émbolo de menor diámetro es:
e) mayor f) menor g) la misma h) no tienen relación
- 15.- () Todo cuerpo sumergido en el seno de un fluido en reposo, experimenta una fuerza vertical de abajo hacia arriba, igual al peso del fluido desalojado.
j) Principio de Arquímedes k) Principio de Pascal
l) Teorema de Bernoulli m) Teorema de Torricelli
- 16.- () Se tienen tres recipientes iguales; uno lleno de alcohol, otro con agua y el tercero con mercurio. Cada recipiente tiene un orificio próximo a la base y a la misma altura, el tamaño del orificio es el mismo en cada uno de los recipientes. Según Torricelli la velocidad con que sale el líquido será:
n) mayor en el recipiente con mercurio comparado con el de alcohol.
o) menor en el recipiente con mercurio comparado con el de agua.
p) menor en el recipiente con agua comparado con el de alcohol.
q) la misma en cualquiera de los tres recipientes sin importar el líquido.
- 17.- () Cuando un cuerpo queda parcialmente sumergido dentro de un líquido, se dice que su densidad relativa es:
e) igual a cero f) menor que uno g) igual a uno h) mayor que uno
- 18.- () Por medio de la experimentación determinó el valor de la presión atmosférica:
u) Arquímedes v) Torricelli w) Bernoulli x) Pascal
- 19.- () El valor de la presión atmosférica al nivel del mar y a 0 °C tiene un valor de:
m) 1.013 Pa n) 76 Pa o) 760 Pa p) $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- 20.- () Para medir la presión atmosférica. ¿Qué dispositivo utilizarías?
r) Tacómetro s) Manómetro t) Densímetro u) Barómetro.
- 21.- () A mayor altura sobre el nivel del mar, la presión atmosférica:
a) aumenta b) disminuye
c) se mantiene constante d) aumenta y luego se mantiene constante

- 22.- () A la diferencia entre la presión que existe en el interior de un recipiente y la Presión atmosférica se le llama:
d) presión absoluta e) presión barométrica
f) presión manométrica g) presión hidrostática
- 23.- () Para medir la presión dentro de un tanque de gas. ¿Qué dispositivo utilizarías?
r) tacómetro s) manómetro t) densímetro u) barómetro.
- 24.- () La presión hidrostática en el fondo de un recipiente con agua, depende de:
h) la altura del líquido i) el volumen del recipiente
s) la forma del recipiente k) la altura del recipiente
- 25.- () Los insectos que caminan sobre la superficie del agua, se sostienen debido a una Propiedad en los líquidos llamada:
j) capilaridad k) adhesión l) cohesión m) tensión superficial.

Instrucciones: Responda las preguntas que se indican a continuación:

26.- ¿Por qué flotan los barcos? _____

27.- ¿Cómo funciona un submarino? _____

28.- ¿Por qué flota la madera en el agua? _____

29.- En un mismo recipiente se vierte agua, alcohol y aceite en la misma proporción. ¿Qué observarías en este experimento? _____

30.-De acuerdo al principio de Arquímedes explica cuando un cuerpo flota, se hunde o permanece en equilibrio y cita un ejemplo de cada caso _____

ACTIVIDAD.

Utiliza dos hojas tamaño carta y sostén las dos hojas con tus manos en forma paralela entre sí. Acércalas frente a tu cara y sopla fuertemente en el espacio que existe entre ellas.

Antes de soplar que esperas que pase _____

Después de soplar: ¿Cuál es tu observación?: _____

PROBLEMAS HIDROSTÁTICA

1.- Un manómetro de mercurio tipo U conectado a un recipiente de presión indica una diferencia de alturas de 13 mm, si el recipiente está en un lugar donde la altura barométrica es de 584 mm ¿cuál es la presión en el recipiente?

$$P_{\text{abs}} = 79568.16 \text{ Pa}$$

2.- Un buzo de 68 kg se sumerge en un lago durante 60 minutos.

a) ¿Cuál es la presión hidrostática a una profundidad de 20 m bajo el nivel del agua? $P_H = 196000 \text{ Pa}$

b) ¿Cuál es la presión absoluta a esa profundidad? $P_{\text{abs}} = 297300 \text{ Pa}$

3.- Una probeta de 80 cm de altura se llena con: a) agua, b) aceite, c) mercurio. Calcula el valor de la presión hidrostática en el fondo de la probeta y la fuerza ejercida sobre la base de la misma, si la probeta tiene un radio interior de 1.5 cm.

$$\rho_{\text{agua}} = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{aceite}} = 0.91 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{mercurio}} = 1.36 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$$

a) **7840 Pa, 5.53 N** b) **7134.4 Pa, 5.04 N**

c) **106624 Pa, 75.32 N**

4.- Una represa tiene un muro de contención de 50 m de altura y el agua que contiene está a 1 m del borde. En la base del muro hay una compuerta rectangular de 4 m de alto y 5 m de ancho. ¿Qué fuerza ejercerá el agua sobre esta compuerta?

$$P_H = 480200 \text{ Pa}, F = 9604000 \text{ N}$$

5.- Un cubo de madera de 15 cm de lado se mantiene sumergido bajo el agua. ¿Cuál es la fuerza necesaria para lograrlo?

$$\rho_{\text{madera}} = 0.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$F = 16.54 \text{ N}$$

6.- En un edificio de departamentos, la presión del agua en la planta baja es de $7 \times 10^5 \text{ Pa}$ y en el tercer piso es de $5.8 \times 10^5 \text{ Pa}$. ¿Cuál será la distancia entre los dos pisos?

$$h = 12.24 \text{ m}$$

7.- Un globo lleno de hidrógeno tiene un volumen de 500 m^3 y eleva a una barquilla cuyo peso más el de las personas y objetos colocados en ella es de 3000 N, si su volumen es despreciable

comparado con el del globo. Calcula la fuerza de ascenso del globo.

$$\rho_{\text{aire}} = 1.293 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{H}} = 0.09 \text{ kg/m}^3$$

$$F = 9776.7 \text{ N}$$

8.- En una prensa hidráulica la fuerza en el émbolo mayor, que tiene un área de 5 dm^2 es de 10000 N . Si el émbolo pequeño tiene un área de solo 50 cm^2 . ¿Qué fuerza es la que se ejerce sobre este émbolo?

$$F = 1000 \text{ N}$$

9.- Un pedazo de metal pesa en el aire 1600 N y cuando se le sumerge en agua 1000 N . ¿Cuál es la densidad del metal?

$$\rho = 2666.66 \text{ kg/m}^3$$

10.- Un cuerpo cuyo volumen es de 900 cm^3 tiene un peso aparente de 1.8 N cuando se le sumerge en alcohol ($\rho = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$). Calcula su peso en el aire y su densidad.

$$W_{\text{aire}} = 8.85 \text{ N}, \rho = 1004.081 \text{ kg/m}^3$$

11.-Un bloque de piedra cuya densidad es 2600 kg/m^3 pesa 4.80 N en el agua. Determina su peso en el aire.

$$W_{\text{aire}} = 7.8 \text{ N}$$

12.-Una caja de acero de 10 cm de lado está en el aire, suspendida de un dinamómetro que indica un peso de 75 N . ¿Cuál será la lectura del dinamómetro si la caja se introduce en recipiente con alcohol? ($\rho_{\text{alcohol}} = 0.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

$$W_{\text{aparente}} = 67.16 \text{ N}$$

13.- Un cilindro de madera de 10 cm de altura flota en el agua de modo que

emergen 3 cm . de su altura. ¿Cuál es el valor de su densidad?

$$\rho_{\text{madera}} = 300 \text{ kg/m}^3$$

14.- Un cubo de madera de 7 cm de lado flota en el agua con el 60% de su volumen sumergido. ¿Cuál es el empuje que recibe del agua y cuál es su masa?

$$E = 2.017 \text{ N}, m = 0.2058 \text{ kg}$$

15.-Calcular el radio del émbolo menor de una prensa hidráulica para que con una fuerza de 400 N se produzca en el émbolo mayor una fuerza de 4500 N si su diámetro es de 2.5 m

16.- ¿Cuál será la diferencia de presión

ACTIVIDAD:

Material; Un vaso de vidrio con borde lizo, una hoja de papel,

1.-Recorta un cuadrado, cuyo lado sea mayor que el diámetro del vaso.

2.-Llena el vaso con agua y coloca el cuadrado sobre el vaso y con firmeza da vuelta el vaso hacia abajo, retira con cuidado tu otra sostén el vaso.

¿Qué observas y explica el fenómeno? _____

superficie de un lago, la presión tendrá un valor de 2 atmósferas , si en la superficie el barómetro indica una lectura de 74 cm . de Hg? $h = 10.60 \text{ m}$

18.- Un gato hidráulico utilizado en una llantera para levantar un auto de 1600 Kg , es accionado mediante una fuerza ejercida sobre un pequeño pistón de 3.8 cm de diámetro. La presión producida se transmite a otro pistón de mayor área cuyo diámetro es de 25 cm . ¿Cuál es la magnitud de la fuerza aplicada?

$$F_1 = 2383.36 \text{ N}$$

19.-Calcular la fuerza que se obtiene por medio de un émbolo de 200 cm^2 de área de una prensa hidráulica, si se aplica una fuerza de 300 N en un émbolo de 8 cm^2

$$F = 7500N$$

20.- Calcular el diámetro que debe tener una prensa hidráulica en el embolo mayor, para obtener una fuerza de

20000N, cuando en el embolo menor hay un diámetro de 1m y se aplica una fuerza de 1000N

$$D = 4.47 \text{ m}$$

HIDRODINÁMICA

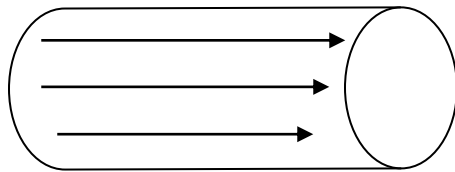
HIDRODINÁMICA: es la parte de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en movimiento.

En el interior de un fluido en movimiento, cada una de sus partículas o moléculas describe una trayectoria en general diferente de las otras moléculas. Si en un instante determinado se trazan líneas imaginarias en el fluido, tales que las velocidades de las moléculas por donde pase cada línea sean tangentes a ella en ese instante, dichas curvas reciben el nombre de *líneas de corriente*.

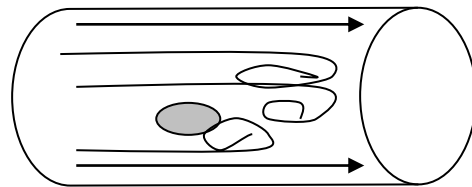
TIPOS DE FLUJO:

El **flujo laminar o estacionario** es el movimiento de un fluido en el que todas las partículas del mismo siguen la misma trayectoria (al pasar por un punto en particular) que la seguida por partículas anteriores.

El **flujo turbulento** es aquel en donde las partículas no siguen la misma trayectoria que las que pasaron anteriormente y se caracteriza por la presencia de remolinos.



FLUJO LAMINAR



FLUJO TURBULENTO

Se dice que una corriente es *uniforme* cuando la velocidad es la misma en magnitud y dirección en todos los puntos del fluido, de modo que todas las líneas de corriente son rectas paralelas. Considerando que los fluidos son incompresibles y que no presentan un rozamiento interno apreciable, se pueden hacer ciertas predicciones acerca de la velocidad de flujo del fluido a lo largo de una tubería u otro recipiente.

GASTO:

El gasto se define como el volumen de fluido que pasa a través de una cierta sección transversal en la unidad de tiempo.

Con el fin de expresar cuantitativamente esta rapidez, se considera el flujo a través de un tubo con una velocidad media v durante un intervalo de tiempo t , cada partícula en la corriente se mueve una distancia dada por vt . El volumen V que fluye a través de la sección transversal A se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$V = A v t$$

De este modo, el gasto (volumen por unidad de tiempo) puede calcularse por:

$$Q = \frac{Avt}{t} = vA \quad \text{o} = (\text{velocidad}) \times (\text{área}) \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Si el fluido es incompresible y se ignoran los efectos del rozamiento interno, el gasto G permanecerá constante. Esto significa que la variación en el área dará como resultado un cambio en la velocidad del líquido, de modo que el producto vA permanecerá constante. Esto puede expresarse de la siguiente manera.

$$Q = v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad \text{o} \quad v A = \text{cte.}$$

Esta ecuación recibe el nombre de *ecuación de continuidad*, aunque sería apropiado llamarla ecuación de conservación, ya que expresa la conservación de la masa del fluido.

Para el cálculo del flujo tenemos que:

$$Q = \frac{m}{t} \text{ Como } \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \therefore Q = \frac{\rho V}{t} \Rightarrow Q = A v \rho$$

TEOREMA DE BERNOULLI.

El movimiento de un fluido incompresible estacionario está regulado por el principio de conservación de la energía, o sea que, **la energía total por unidad de volumen de un fluido incompresible con movimiento laminar es constante**. Este hecho fue reconocido por primera vez por el físico suizo Daniel Bernoulli (1700-1782).

Si la energía cinética de un cuerpo es $E_c = mv^2/2$ y si se coloca a una altura h , su energía potencial es $E_p = mgh$. Si consideramos la unidad de volumen para un fluido, la masa m es igual a la densidad ρ , por lo que:

$$E_c \text{ por unidad de volumen} = \rho v^2 / 2$$

$$E_p \text{ por unidad de volumen} = \rho g h$$

Además, si la presión del fluido es P , puede suponerse que el fluido tiene una energía potencial por unidad de volumen igual a P . Se ve que la presión P es una magnitud de la misma especie que una energía por unidad de volumen por lo que:

$$E_p \text{ de presión por unidad de volumen} = P$$

La suma de las tres energías nos da la energía total por unidad de volumen del fluido en el supuesto de que no actúen otras fuerzas sobre el mismo y de que el fluido es incompresible, de este modo su energía interna no varía y la conservación de la energía del fluido se expresa por la expresión:

$$\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h + p = \text{constante}$$

Esta ecuación se conoce como **principio de Bernoulli**. Se cumple con gran aproximación en los líquidos, que son prácticamente incompresibles, y se aplica con limitaciones a los gases ya que estos si son compresibles y habría que tomar en consideración las variaciones de energía interna.

PRESION Y VELOCIDAD.

La velocidad del fluido aumenta cuando fluye a través de una constricción (disminución del área), y sólo es posible lograr un aumento en la velocidad si se tiene una fuerza que provoque una aceleración.

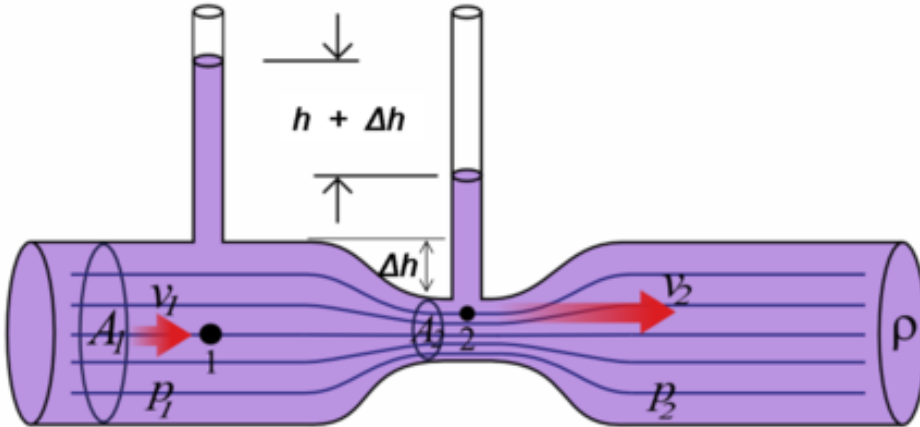
Una aplicación de la ecuación del Teorema de Bernoulli, es el cálculo de la relación que existe entre la velocidad y la presión de los líquidos cuando fluyen por conductos de sección variable.

Si consideramos una sección ancha de un conducto por donde se mueve un líquido y otra parte angosta del mismo conducto y consideramos que ambas secciones tienen la misma altura, tendrán en consecuencia la misma energía potencial, la ecuación de Bernoulli quedará reducida a los siguientes términos:

$$\frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2} \rho_2 v_2^2 + p_2$$

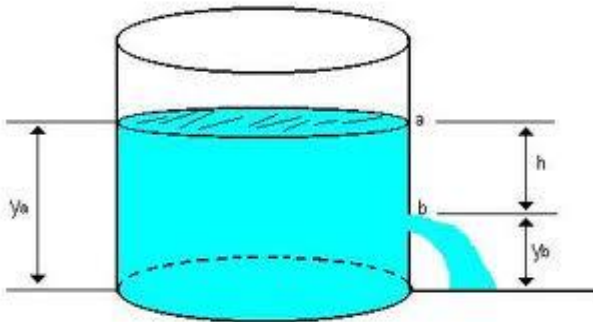
Esta ecuación se utiliza en la práctica para determinar la velocidad y el gasto con que se mueven los líquidos y los gases en los conductos, colocando en ellos un estrechamiento y midiendo la diferencia de presión entre él y la parte ancha, a este dispositivo se le conoce como **Tubo de Venturi**.

$$V_A = \sqrt{\frac{2/\rho (P_A - P_B)}{(A_A/A_B)^2 - 1}}$$



TEOREMA DE TORRICELLI:

Para determinar la velocidad con la que sale un líquido a través de un orificio pequeño que se encuentre en la parte inferior de un recipiente, se aplica la ecuación de Bernoulli para dos secciones: una sería la superficie superior del líquido y la otra la del orificio de salida del líquido. En estas condiciones, la presión de los dos puntos es la misma (la presión atmosférica), lo que elimina de la ecuación general el término de la energía de presión (P_1 y P_2). Además como el área de la superficie libre en el recipiente es mucho más grande que la del orificio de salida, la velocidad del líquido en la superficie libre es despreciable comparándola con la velocidad de salida en el orificio, esto elimina el término de la energía cinética correspondiente a la superficie libre. Por último, tomando como referencia la altura del orificio de salida, la energía potencial en este punto se considera en función de ($h = h_1 - h_2$), por lo que la ecuación de Bernoulli se simplifica, quedando:



$$gh = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

v = velocidad del líquido a través del orificio [m/s].
 g = aceleración de la gravedad en [m/s²].
 h = altura o profundidad del orificio [m].

CUESTIONARIO HIDRODINÁMICA

- 1.- () Parte de la Física que estudia el comportamiento de los fluidos en movimiento:
a) Hidrostática b) Cinemática c) Dinámica d) Hidrodinámica
- 2.- () Cuando las partículas de un líquido pasan por un punto pero no siguen la misma Trayectoria que las partículas que pasaron anteriormente por dicho punto, definen
d) fluido viscoso. e) flujo turbulento. f) fluido compresible .g) flujo laminar.
- 3.- () Al volumen de fluido que pasa por una sección transversal en la unidad de tiempo Se le llama:
h) flujo y) gasto z) velocidad r) presión
- 4.- () Las unidades en que se mide el gasto son:
b) m^2/s c) $m^3/$ d) m^2/hr e) m^3/hr
- 5.- () La fórmula que nos permite determinar la cantidad de flujo en una tubería es:
f) gasto x tiempo g) gasto / tiempo
h) gasto x densidad del fluido y) gasto / densidad del fluido
- 6.- () La presión en una tubería donde su diámetro es menor, comparada con la presión De la misma tubería donde el diámetro es mayor, será:
m) mayor n) menor o) igual p) cuadrática
- 7.- () En un tubo Venturi la velocidad del fluido en el estrechamiento es:
h) menor que en el tubo principal. i) mayor que en el tubo principal.
j) igual en ambos tubos. k) nula.
- 8.- () En el punto A de una tubería el diámetro es la mitad que en el punto B, entonces la Velocidad del fluido en A con respecto a B es:
l) la mitad m) el doble n) la cuarta parte o) es cuatro veces mayor
- 9.- () Cuando las partículas de un líquido siguen la misma trayectoria que las partículas Que pasaron antes por un mismo punto, es una característica que corresponde a:
d) los fluidos viscosos únicamente. e) un flujo turbulento.
f) los fluidos compresibles. g) un flujo laminar.
- 10.- () El tubo de Pitot, se utiliza en los fluidos para medir su:
p) velocidad q) altura r) viscosidad s) presión
- 11.- () Un ingeniero desea medir la velocidad del agua en un canal de riego, para ello Solicita un dispositivo llamado:
z) Hidrómetro. a) Tubo de Pitot. b) Densímetro. c) Barómetro.
- 12.- () La ecuación de continuidad para fluidos, tiene una expresión que es igual a:
h) $A_1v_1 = A_2v_2$ i) $A_2v_1 + A_1v_2 = 0$ j) $A_1v_1 - A_2v_2 = \text{constante}$ k) $A_1v_1 / A_2v_2 = 0$

- 13.- () La energía total por unidad de volumen en un fluido con flujo estacionario, Tiene un valor constante. Este enunciado corresponde al teorema de:
l) Torricelli m) Bernoulli n) Arquímedes o) Pascal
- 14.- () En un líquido incompresible, la ley de la conservación de la energía se aplica en El principio de:
l) Torricelli m) Bernoulli n) Arquímedes o) Pascal
- 15.- () Para determinar la velocidad con la que sale un líquido a través de un orificio que Se practique en la parte inferior de un tanque, se utiliza el teorema de:
l) Torricelli m) Bernoulli n) Arquímedes o) Pascal
- 16.- () La velocidad con la que sale un líquido a través de un orificio que se practica en La parte inferior de un tanque, depende fundamentalmente de:
p) la ubicación del orificio q) la densidad del líquido
r) el diámetro del orificio s) el tamaño del tanque

17.- Escribe la ecuación que representa al teorema de Torricelli para la velocidad de salida de un fluido a través de un orificio: _____

18.- El teorema de Bernoulli se basa en el principio de la conservación de _____

19.- La ecuación de continuidad se basa en el principio de conservación de _____

20.- Basados en el teorema de Bernoulli explica:

a).- ¿Por qué un avión puede volar?

b).- ¿Cómo funciona un perfumero (atomizador)?

PROBLEMAS DE HIDRODINÁMICA

1.- En una región de una tubería que tiene 5 centímetros cuadrados de área, la velocidad de un líquido (agua) es de 0.80 m/s. ¿Cuál será su velocidad en una región donde la tubería tiene un área de 40 milímetros cuadrados? ¿Cuál será el volumen que pasa por la tubería en un tiempo de 5 minutos?

$$v_2 = 10 \text{ m/s}; V = 0.12 \text{ m}^3$$

2.- Una tubería horizontal tiene un área de 10 cm^2 en una sección y de 6 cm^2 en otra. La velocidad del agua en la primera es de 5 m/s y la presión en la segunda $2 \times 10^5 \text{ Pa}$. Calcula la presión en la primera sección y la velocidad en la segunda.

$$v_2 = 8.33 \text{ m/s}; P = 2.22 \times 10^5 \text{ Pa}$$

3.- En una tubería inclinada se tiene que por una sección A_1 donde la presión es 10^5 Pa pasan 1500 litros/minuto de agua. ¿Cuál será la presión en la sección A_2 que está a una altura de 1.5 m con relación a la posición de A_1 ? ($A_1 = 50 \text{ cm}^2$. y $A_2 = 25 \text{ cm}^2$.)

$$P = 47800 \text{ Pa}$$

4.- En un tanque conteniendo agua se abre un orificio circular de 2 cm de radio a una profundidad de 5 m. Calcular la cantidad de líquido que sale en 4 minutos, suponiendo que el nivel de la superficie permanece fijo.

$$V = 0.943 \text{ m}^3$$

5.- Un depósito se encuentra a 6 cm por arriba de una llave de salida. Determine ¿Con qué velocidad saldrá el agua? y ¿Qué volumen de agua saldrá en 2 min? Si el diámetro de la llave es de 1.2 cm.

$$v = 1.08 \text{ m/s}; V = 14.65 \text{ litros}$$

6.- Por una manguera de 1 cm de radio fluye gasolina con una velocidad promedio de 1.5 m/s.

a) Determinar el gasto en m^3/s y en litros/min. $Q = 4.27 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}; 2.562 \times 10^{-5} \text{ lt}/\text{min}$

b) ¿Cuántos litros se desalojan en 2 minutos? $V = 0.0512 \text{ m}^3$

7.- El agua que fluye por un tubo de 5 cm de diámetro, emerge horizontalmente con un gasto de 40 litros/min. Diga cual es el alcance original de la corriente de agua, si el tubo está a 1.2 m del suelo. $x = 0.166 \text{ m}$

8.- Por un medidor Venturi, con una garganta de 10 cm de diámetro y con un tubo principal de 20 cm de diámetro, fluye benceno ($\rho = 880 \text{ Kg}/\text{m}^3$). Si la caída de presión es de 33300 Pascales ¿cuál es el gasto hidráulico en m^3/min ? $Q = 4.25 \text{ m}^3/\text{min}$

9.- Al aplicar un medicamento por vía intravenosa, utilizando una jeringa de 20 ml se recomienda pasar el medicamento lentamente. Si se emplea un tiempo de 1 minuto 45 segundos y la jeringa tiene un diámetro de 12 mm en el émbolo y de 0.65 mm en la aguja. Determina la velocidad del líquido al pasar de la aguja a la vena. $v = 0.573 \text{ m/s}$

10.- Un depósito de agua tiene un agujero de salida a 5 m por debajo de la superficie libre del líquido, ¿calcular la velocidad del líquido, el gasto si el agujero es de 2 cm^2

$$v = 9.89 \text{ m/s}; Q = 19.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

11.- Por una manguera de 40 cm de diámetro circula agua a una velocidad de 18 m/s. ¿Calcular el tiempo que tardara en llenar un depósito de 500 lts y el gasto?

$$t = 0.221 \text{ seg}; Q = 2.2619 \text{ m}^3/\text{seg}$$

12.- El tubo principal de un medidor Venturi, hay un diámetro de 10.16 cm y una presión de $3 \times 10^4 \text{ Pa}$, en la garganta

el diámetro mide 5.08 cm y a una presión de $1.9 \times 10^4 \text{ Pa}$.

a) ¿Cuál es la velocidad del agua que fluye a través de la tubería? $v = 1.22 \text{ m/s}$

b) ¿cuál es el gasto? $Q = 0.0098 \text{ m}^3/\text{s}$

13.- ¿Qué área debe tener la abertura de un tanque situada a 1.5 m por debajo del nivel del líquido para poder llenar un depósito de 50 litros en 30 seg $A = 3 \text{ cm}^2$

14.-Un tubo de Pitot se introduce en la corriente de un río y el agua alcanza una altura de 0.15 m en el tubo. Calcular la velocidad de la corriente $v = 1.71 \text{ m/s}$

15.- La tubería que distribuye el agua a una casa tiene 19 mm de diámetro y $4 \times 10^5 \text{ Pa}$ de presión; la que desemboca en el cuarto de baño del segundo piso, que está a 4 m de altura y donde el diámetro es de 13 mm. Si la velocidad del agua en la tubería de mayor diámetro es de 4 m/s

a) ¿Cuál es su velocidad en el tubo del baño? $v = 8.53 \text{ m/s}$

b) ¿Cuál es su presión? $P = 4.67 \times 10^5 \text{ Pa}$

CRUCIGRAMA DE GASTO Y ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

1		+	2	=	3		
X			X			+	
4		÷	5	=	6		
=			=			=	
7		+	8	=	9		

1.- La velocidad de un fluido en una tubería de 4 cm² de área es de 6 m/s , ¿Cuál será la velocidad al estrecharse la tubería 2 cm² Expresa el resultado en m/s².

2.- Calcular el gasto al fluir un líquido por una tubería de 2 cm² de sección transversal si lleva una velocidad de 10 cm/s. Expresa el resultado en m/s².

3.-Determina el gasto de agua que fluye por una tubería de 4 cm² de área y una velocidad de 8 cm/s. Expresa el gasto en cm³/s.

4.- Por una tubería de 2 cm² de área fluye un fluido a razón de 104 cm³/s, calcula la velocidad del fluido en cm/s.

5.- El agua fluye a través de una manguera de hule de 2 cm² de sección transversal a una velocidad de 8 cm/s. ¿Qué área en cm² debe tener el chorro de agua si sale a 4cm/s? Expresa tu resultado en cm².

6.- Si el gasto de agua es de 26 cm³/s y fluye a una velocidad de 2 cm/s. ¿Cuál es el área en cm de la tubería?

7.- Por una tubería de 2 cm²de área fluye agua con un gasto de 116 cm³/s. Calcula en cm/s la velocidad del fluido.

8.- En una manguera de 2 cm² de área pasa agua a una velocidad de 4 cm²/s, y se le conecta una boquilla de 1 cm² de área de sección transversal. ¿Con que valor de velocidad en cm/s sale el agua?

9.- Por una tubería cuya sección transversal es de 2 cm², el agua fluye con una rapidez de 33 cm/s, si la tubería sufre un estrechamiento de sección transversal de 1 cm². Determina la rapidez del fluido sobre una superficie de 2 m² actúa perpendicularmente una fuerza de 40 N. ¿Cuál es el valor de la presión ejercida?

TERMODINAMICA

La energía es la fuerza vital de la naturaleza, está presente en todos los procesos químicos, físicos, estructurales, etc., que se dan en nuestro entorno y que permiten el desarrollo de nuestras actividades en las diferentes áreas de trabajo. Esta energía está presente de diversas maneras, una de ellas es en forma de calor, un término que utilizamos indiscriminadamente, a diario y sin tener presente lo importante que este puede resultar al ser involucrado en procesos que nos ayudan en la creación de gran cantidad de elementos que utilizamos en nuestra vida diaria

La termodinámica es una de las principales ciencias que nos ayuda a entender la importancia de dicha energía en forma de calor, y nos ayuda a clarificar la manera como podemos involucrarlo de forma práctica y directa en nuestra vida. Además del calor, también el trabajo y las propiedades de las sustancias están involucradas en todo el conjunto de conceptos que esta encierra. Estrictamente la termodinámica fue planteada como una ciencia universal que ayuda a establecer las relaciones entre las distintas formas de energía, estudia los procesos en los que hay transferencia de energía como calor y trabajo, y las relaciones que se dan entre los fenómenos dinámicos y caloríficos (la base de la termodinámica es rigurosamente experimental y sus principios y formulaciones son matemáticamente sencillas). También se puede decir que la termodinámica es la ciencia que estudia el trabajo, el calor y su relación con las propiedades de las sustancias. Esta ciencia está aplicada en nuestro entorno a un sin fin de procesos ya sea naturales o artificiales; en estos últimos el hombre se ha encargado de hacerlos en la mayoría de los casos útiles y benéficos para la sociedad, incluyéndolos en la industria y en la adecuación de un mejor estilo de vida, ya que están presentes en autos, electrodomésticos, procesos industriales de todo tipo.

TEMPERATURA

Equilibrio Térmico.

Mediante el sentido del tacto podemos percibir cuál de dos cuerpos es el más caliente y cuál de ellos es el más frío; es decir, sabemos cuál tiene la *temperatura* más elevada. En otras palabras, la temperatura de un cuerpo es una propiedad que se relaciona con el hecho de que un cuerpo este “más caliente” o “más frío” al compararlo con otro.

Si tuviéramos dos cuerpos con distinta temperatura, uno en contacto con el otro y sin influencias externas, se puede comprobar que el cuerpo más caliente se enfriaría, mientras que el más frío se calentaría. Después de cierto tiempo, se podría comprobar por medio del tacto que los dos cuerpos tienen la misma temperatura. A partir de ese momento, las temperaturas de los cuerpos no sufrirán alteraciones, es decir, llegan a lo que se conoce como *equilibrio térmico*, por lo que podemos establecer:

“Dos (o más) cuerpos, en contacto y aislados de influencias externas, tienden a un estado final, denominado estado de equilibrio térmico, que se caracteriza por la uniformidad en la temperatura de los cuerpos.”

Cuando un cuerpo esta “caliente”, lo que ocurre es que sus moléculas tienen una energía cinética media grande, y cuando un cuerpo esta “frío” sus moléculas tienen una energía cinética media pequeña. En otras palabras, cuanto mayor sea la energía cinética media de las moléculas de un cuerpo, más caliente estará el cuerpo, y cuanto menor sea la energía cinética media de un cuerpo lo notamos más frío. Por ese motivo se acostumbra designar a la energía cinética de las moléculas de un cuerpo con el nombre de *energía térmica*.

Por otra parte, el concepto de temperatura se emplea para expresar si un cuerpo está caliente o frío. Por consiguiente, podemos establecer que la *temperatura de un cuerpo es una magnitud relacionada con la energía media de sus moléculas*, siendo independiente del número de ellas y, por lo tanto, de la masa del cuerpo.

Principio de equilibrio térmico: siempre que los objetos se coloquen juntos en un ambiente aislado, con el tiempo alcanzarán la misma temperatura.

La dirección de transferencia de energía térmica: siempre es de los cuerpos calientes a los fríos.

Conservación de la energía térmica: El calor que pierde el cuerpo caliente es igual al calor que gana el cuerpo frío.

TERMOMETRÍA.

La comparación de las temperaturas de los cuerpos por medio del tacto sólo proporciona una idea cualitativa de dichas cantidades. Para que la temperatura pueda considerarse como una cantidad física es necesario que podamos medirla, a fin de que se tenga un concepto cuantitativo de la misma.

Todo instrumento que sirve para medir la temperatura se llama termómetro. Los termómetros se fundan en el siguiente principio experimental: Cuando dos cuerpos cuyas temperaturas son diferentes se ponen en contacto, tienden al cabo de cierto tiempo al equilibrio térmico. Si la masa de uno de los cuerpos es mucho

más pequeña que la del otro, la temperatura del cuerpo mayor permanecerá fija, mientras que la del más pequeño cambiará hasta que sea igual a la del cuerpo mayor.

Hay termómetros que se construyen basándose en los cambios que la variación de temperatura produce en la longitud de una varilla metálica, o bien, en el volumen de un gas, en el color de un sólido o el que relaciona la temperatura con la altura de una columna de líquido en el interior de un tubo capilar de vidrio. En este termómetro, las variaciones en la temperatura producen dilataciones o contracciones del líquido, haciendo subir o bajar la columna. Así a cada altura, podemos asignarle un número, el cual corresponde a la temperatura que determinó dicha altura. El líquido más empleado es el mercurio, aunque también se utiliza el alcohol.

ESCALAS TERMOMÉTRICAS:

1. En la escala Celsius (Anders Celsius, 1701-1704) se le asigna el valor 0 (cero) a la temperatura de fusión del agua y el valor 100 a la temperatura de ebullición del agua a presión normal. El intervalo entre dichas temperaturas se divide en 100 partes, cada una de las cuales recibe el nombre de grado Celsius (°C).

2. Otra escala fue desarrollada en 1714 por Gabriel Daniel Fahrenheit. Asignó el valor 0 (cero) a una solución congelada de agua de sal y el punto superior lo escogió tomando como base la temperatura del cuerpo humano. Por alguna razón no explicada le asignó la cantidad de 96 °F, siendo que la temperatura del cuerpo humano es de 98,6 °F, lo que indica un error experimental al establecer la escala.

Si se relaciona la escala Fahrenheit con la escala Celsius, se observa que 0 °C y 100 °C corresponden a 32 °F y 212 °F.

Las ecuaciones para convertir °C a °F y de °F a °C son:

$$t_f = \frac{9}{5}t_c + 32$$

$$t_c = \frac{5}{9}(t_f - 32)$$

En el Sistema Internacional, la temperatura se expresa en Kelvin (K), en donde le corresponde a la temperatura de fusión del agua el valor de 273,15 K a la de ebullición a presión normal el valor de 373,15 K. Esta escala se basa en el principio experimental de que la temperatura más baja que se puede alcanzar es de -273,15 °C, que se toma como cero para la escala Kelvin.

DILATACIÓN TÉRMICA.

Uno de los efectos más comunes que resultan del cambio en la temperatura de un cuerpo es el cambio en sus dimensiones, lo que se denomina *dilatación térmica*.

En el caso de los líquidos y gases, el estudio de la dilatación se complica, porque es necesario tener en cuenta el recipiente que los contiene, y en el caso de los gases se deben considerar también los cambios de presión.

El que un cuerpo sólido se dilate por un aumento de temperatura equivale a afirmar que la separación entre sus átomos (o moléculas) ha aumentado. Ahora bien, si los átomos en un sólido se separan, debe ser porque vibran con mayor amplitud y esto a su vez significa que tienen mayor energía, por lo que se puede concluir: **“la temperatura de un cuerpo está asociada con la energía de los átomos o moléculas del cuerpo.”**

COEFICIENTE DE DILATACIÓN.

Se llama *coeficiente de dilatación* al aumento de longitud que experimenta la longitud original de un cuerpo al aumentar su temperatura en un grado. La ecuación que nos representa el coeficiente de dilatación será:

$$k = \frac{\Delta L}{L_o \Delta t}$$

α = coeficiente de dilatación [1/°C]
 ΔL = incremento de longitud [m]
 L_o = longitud inicial [m]
 ΔT = incremento de temperatura [°C]

DILATACION LINEAL

El coeficiente de dilatación en los sólidos es muy pequeño, del orden de millonésimas, ya que un incremento de la temperatura no produce el mismo incremento de longitud para todos los materiales, el coeficiente α es una propiedad del material. Despejando ΔL de la ecuación anterior resulta para la dilatación lineal:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t$$

DILATACION SUPERFICIAL

Para la dilatación superficial encontramos que el coeficiente de dilatación superficial es aproximadamente el doble que el de dilatación lineal, por lo que la ecuación quedará:

$$\Delta A = 2\alpha A_0 \Delta t$$

ΔA = incremento de superficie [m²]
 α = coeficiente de dilatación [1/°C]
 A_0 = superficie inicial [m²]
 Δt = incremento de temperatura [°C]

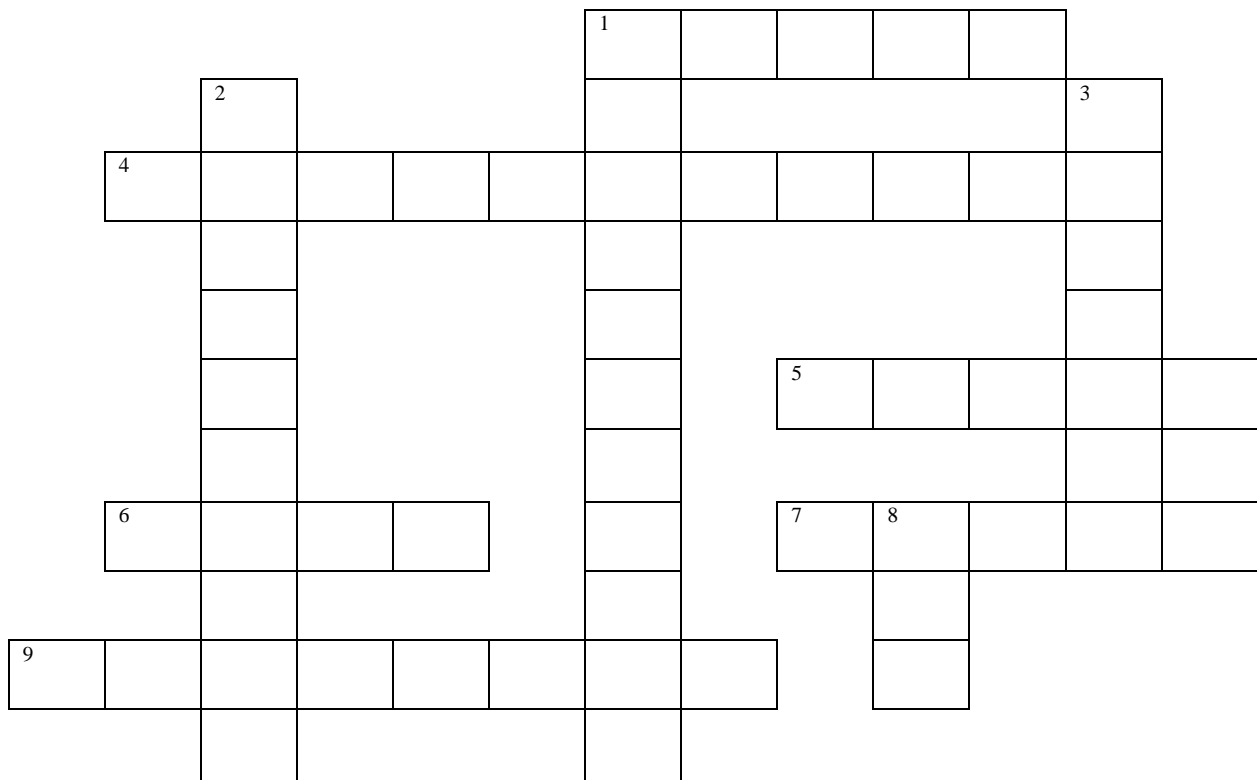
DILATACION VOLUMETRICA

En la dilatación volumétrica encontramos que el coeficiente de dilatación volumétrica es el triple del coeficiente de dilatación lineal, por lo que la ecuación quedará:

$$\Delta V = 3\alpha V_0 \Delta t$$

ΔV = incremento de volumen
 α = coeficiente de dilatación
 V_0 = volumen inicial
 Δt = incremento de temperatura

CRUCIGRAMA DE TEMPERATURA



HORIZONTALES

1.- Instrumento que permite el intercambio de calor hasta alcanzar su equilibrio térmico, aislándolas de la temperatura exterior.

4.- Magnitud física relacionada con la energía cinética media de las partículas que componen un cuerpo.

5.- Sustancia en estado sólido que se emplea para determinar el punto fijo de 273.16 en la escala de un termómetro.

6.- Es el valor de la temperatura que se asoció en una escala Celsius a la mezcla de hielo y agua a la presión normal.

7.- Energía transferida de un cuerpo a otro al debido a sus temperaturas cuando se ponen en contacto.

9.- Es el líquido que se prefiere emplear en la construcción de termómetros debido a la amplia gama de temperaturas que se pueden medir.

VERTICALES

1.- Nombre del indicador construido por Galileo para medir la temperatura.

2.- Dispositivo que se emplea para medir la temperatura.

3.- Nombre del científico que construyó el primer indicador de temperatura.

8.- además del agua que otra sustancia contenía en su interior el termómetro

Calorimetría

Calor

Cuando dos cuerpos en contacto están a diferente temperatura se produce una *transferencia de energía* en forma de **calor**, del cuerpo de mayor temperatura (mas caliente) hacia el cuerpo con menor temperatura (mas frío). Notamos que el término **calor** se refiere a un mecanismo para la transferencia de energía entre un cuerpo y otro por choques moleculares. El cuerpo que *gana energía* se dice que *absorbe calor*, y el que *pierde energía* decimos que *desprende calor*. El flujo de calor se considera *positivo* cuando un cuerpo lo absorbe y *negativo* cuando el cuerpo lo desprende.

Unidades de calor:

Siendo el calor una forma de energía debe medirse en las unidades en que se mide la energía, en **Joule**. También se utiliza otra unidad que fue introducida antes de comprobarse que el calor era una forma de energía, esta unidad es la *caloría (cal)*.

Caloría (cal): se define como el calor necesario para elevar la temperatura de un gramo de agua 1°C.

Kilocaloría (kcal): es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un kilogramo de agua 1 °C

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ cal}$$

Unidad Térmica Británica (BTU): es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua 1 °C

$$1 \text{ BTU} = 252 \text{ cal} = 0.252 \text{ kcal}$$

Medida del calor.

Cuando un cuerpo gana o pierde calor (energía), la energía interna del cuerpo varía. Si un cuerpo absorbe o desprende calor Q , sin que ocurra ningún otro proceso en el cuerpo, podemos afirmar, basados en el principio de conservación de la energía, que ese calor es igual al cambio de energía interna del cuerpo (ΔU). Así se tiene que:

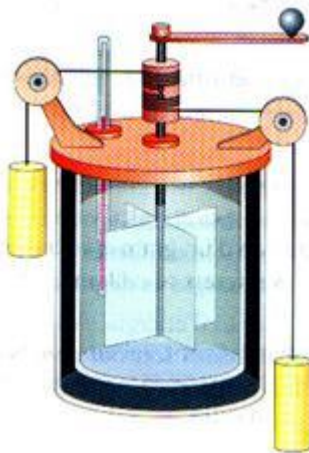
$$Q = \Delta U$$

Calor (absorbido o desprendido) = Cambio de energía interna

EQUIVALENTE MECANICO

En 1843 Joule fue el primero en demostrar la equivalencia entre las unidades de calor y las unidades de energía a través de un experimento. Este factor de conversión usado para transformar calorías a joule y viceversa, recibe el nombre:

Equivalente mecánico del calor: 1 cal = 4.182 Joule, y por lo tanto 1 J = 0.2389 cal



Joule utilizó el instrumento que se muestra para determinar el equivalente mecánico del calor, en donde la caída de los pesos provocan una rotación de los remos y a su vez generan la agitación del agua lo que causa un aumento de la temperatura del agua

Capacidad calorífica.

Se puede definir la cantidad de calor como la energía térmica necesaria para elevar la temperatura de una masa determinada. No obstante, la cantidad de energía térmica necesaria para elevar la temperatura de una sustancia, varía para diferentes materiales. Es evidente que debe haber alguna propiedad en el material que se relaciona con la cantidad de calor absorbido o calor liberado durante un cambio en la temperatura, por lo que podemos definir a la capacidad calorífica como:

La capacidad calorífica de un cuerpo es la razón de la cantidad de calor suministrado al correspondiente incremento de temperatura de un cuerpo.

$$\text{Capacidad calorífica} = \frac{Q \text{ cal}}{\Delta t \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Principio de equilibrio térmico: siempre que los objetos se coloquen juntos en un ambiente aislado, con el tiempo alcanzarán la misma temperatura después de transcurrido un tiempo.

La dirección de transferencia de energía térmica: siempre es de los cuerpos calientes a los fríos.

Conservación de la energía térmica: El calor que pierde el cuerpo caliente es igual al calor que gana el cuerpo frío.

Pero los cambios de energía interna dependen del número de moléculas del cuerpo y del cambio en cada molécula, o sea, de la masa del cuerpo y del cambio de temperatura, por lo que se pueden establecer las siguientes reglas:

- El calor absorbido o desprendido por un cuerpo es proporcional a su variación de temperatura.**
- El calor absorbido o desprendido por un cuerpo para producir un cambio de temperatura es proporcional a su masa (o número de moléculas).**

Si m es la masa de un cuerpo y $\Delta t = T_2 - T_1$ su cambio de temperatura, combinamos las dos reglas anteriores, expresando que el calor absorbido o desprendido es proporcional a $m\Delta t$, y designando a c como la constante de proporcionalidad, tenemos que:

$$Q = m c_e \Delta t$$

La constante c_e se denomina **calor específico** y es una característica particular de cada sustancia.

Calor específico:

El calor específico es la relación entre el calor y la masa de un cuerpo cuando cambia su temperatura. Se mide en **cal / g °C**.

$$c_e = \frac{Q}{m\Delta T}$$

El calor específico del agua es igual a 1 cal / g °C.

CAMBIOS DE FASE:

Los posibles estados de un cuerpo caen desde el punto de vista molecular dentro de tres grupos o categorías generales, también llamadas **fases**: sólido, líquido y gaseoso. El que un cuerpo se encuentre en una fase u otra depende de la energía cinética de sus moléculas y de las fuerzas intermoleculares. Para que un cuerpo experimente un cambio de fase es necesario suministrarle o quitarle cierta cantidad de energía, realizando un trabajo en contra o a favor de las fuerzas intermoleculares, aumentando o disminuyendo la energía de sus moléculas.

En los gases, si la temperatura (o la energía cinética molecular) disminuye lo suficiente, las fuerzas intermoleculares dan lugar a un fenómeno llamado **condensación**, por el cual el gas se convierte en un

líquido. En un líquido las moléculas todavía tienen gran movilidad (energía cinética), de modo que su distribución espacial no es fija, pero se mantienen muy próximas, a distancias prácticamente constantes, debido a la acción de las fuerzas intermoleculares. Si la temperatura (energía cinética molecular) disminuye aún más, el líquido se convierte en sólido, proceso denominado **solidificación**. En un sólido las moléculas (o los átomos) bajo la acción de las fuerzas intermoleculares sólo ejecutan vibraciones alrededor de posiciones fijas que forman una estructura regular.

Si la temperatura (o energía cinética molecular) de una sustancia aumenta, ocurren los procesos inversos, y llega un momento en que el sólido pasa a líquido, proceso que se llama **fusión** , y se continúa calentando (aumentando la energía molecular) el líquido pasa a la fase gaseosa, proceso que se llama **vaporización**. En algunos casos, dependiendo de la presión, el sólido puede pasar directamente a la fase gaseosa, proceso que se llama **sublimación**

CALOR LATENTE:

Calor Latente:

A la cantidad de calor necesaria para pasar de una fase a otra se le denomina **Calor Latente**, por ejemplo; a la cantidad de calor necesaria para pasar de sólido a gas se llama **calor latente de sublimación**.

El calor latente de fusión L_f de: una sustancia es el calor por unidad de masa necesario para cambiar la sustancia de la fase sólida a la líquida a su temperatura de fusión.

$$L_f = Q/m$$

El calor latente de vaporización L_v de: una sustancia es el calor por unidad de masa necesario para cambiar la sustancia de líquido a vapor a su temperatura de ebullición.

$$L_v = Q/m$$

La temperatura asociada al cambio de fase de líquido a vapor se llama punto de ebullición.

La temperatura asociada al cambio de fase de sólido a líquido se llama punto de fusión.

PROPAGACIÓN DEL CALOR:

Métodos:

1. Conductividad térmica: Al elevarse la temperatura de una región de un cuerpo, las moléculas en dicha región tienen más energía que las restantes, parte de este exceso de energía se comunica a las moléculas cercanas por medio de los continuos choques entre ellas, dichas moléculas también transmiten la energía por el mismo medio que las anteriores a otras moléculas cercanas, continuándose el proceso de propagación de la energía mientras se mantenga una diferencia de energía molecular o de temperatura entre dos partes del cuerpo. Los cuerpos sólidos mejores conductores son los metales, y entre éstos los mejores son la plata, el cobre, el oro y el aluminio. Entre los peores se encuentran el plomo y el bismuto.

Para calcular el calor que pasa por un metal (barra) será:

$$Q = K \left(\frac{t_1 - t_2}{d} \right) A.$$

Ley de Fourier

Q = Energía que atraviesa una sección
K = Coeficiente de conductividad térmico.
d = longitud
A = Área por donde atraviesa la energía
 $t_1 > t_2$

La constante K depende de la sustancia y se denomina **coeficiente de conductividad térmica** y se expresa en **J / m K s**.

2. En los gases y en los líquidos cuyas moléculas tienen gran movilidad, se puede transferir la energía calorífica por **convección**, o sea, mediante el desplazamiento colectivo de un gran número de moléculas. Por ejemplo, si en una masa gaseosa se enfría la parte superior por alguna razón, su densidad aumenta y tiende a descender, desplazando y mezclándose con las moléculas más calientes en la parte inferior. Las corrientes de convección son muy importantes en la atmósfera y en los océanos.

3. Otro procedimiento de intercambio de energía entre las moléculas es el de absorción y emisión de **radiación electromagnética**.

Transferencia de calor

Métodos de transferencia de calor:

Conducción: es el proceso por el cual se transfiere energía térmica mediante colisiones de moléculas adyacentes a través de un medio material. El medio en sí no se mueve.

$$H = KA\Delta T/L$$

Donde H es la Cantidad de **$H = Q/t$**
Calor por unidad de tiempo

La conductividad térmica de una sustancia:

es una medida de su capacidad para conducir el calor y se define por medio de esta relación.

$$K = HL/A\Delta T$$

Convección: es el proceso por el cual se transfiere calor por medio del movimiento real de la masa de un fluido

La cantidad de calor (H) que se transfiere por convección es proporcional al área y a la diferencia de temperaturas.

Donde H es el coeficiente de c convección:

$$H = h A\Delta T$$

Radiación: es el proceso mediante el cual el calor se transfiere por medio de ondas electromagnéticas.

La radiación térmica está formada por ondas electromagnéticas emitidas por un sólido, un líquido o un gas en virtud de su temperatura.

Un absorbedor ideal o un radiador irreal son otra forma de llamar a los cuerpos negros. La radiación emitida por un cuerpo negro se llama radiación de cuerpo negro.

La emisividad (ϵ) es una medida de la capacidad de un cuerpo para absorber o emitir radiación térmica.

Un cuerpo a la misma temperatura que sus alrededores irradia y absorbe calor en las mismas cantidades, donde (H) es la energía radiada por segundo y su fórmula se expresa:

$$H = P/A = \epsilon A\sigma T^4$$

σ = constante de Stefan = $5.67 \times 10^{-8} \text{ w/m}^2\text{k}^4$

ϵ = emisividad de la superficie

T^4 = temperatura absoluta

MEZCLAS.

Se pueden investigar las propiedades térmicas de muchos materiales por medio del *método de mezclas*. Manteniendo fija la presión en una atmósfera, se pueden colocar materiales de temperaturas conocidas en agua cuya temperatura sea conocida y medir el cambio de la temperatura para cada sustancia cuando se alcanza el equilibrio térmico. Del cambio de temperatura del agua podemos definir la cantidad de calor transferida del objeto que se estudia al agua.

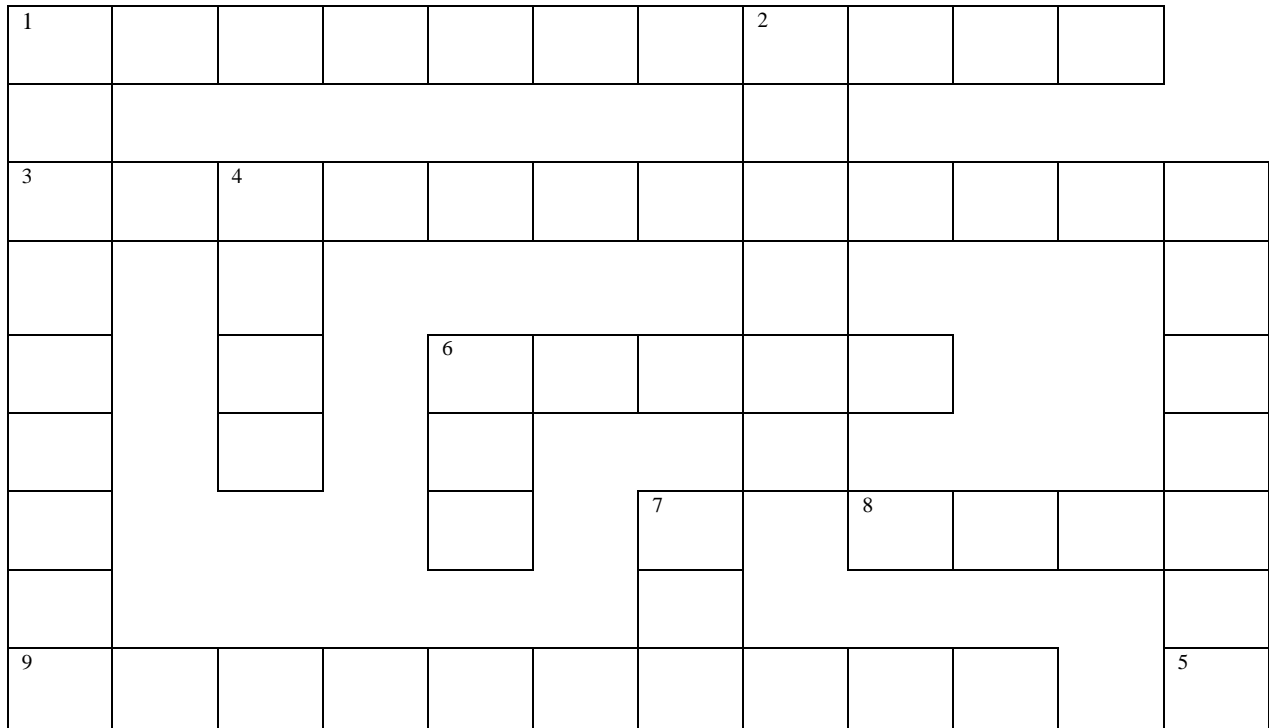
El **calorímetro** se utiliza para determinar la capacidad calorífica específica de las sustancias.



$$m_1 c_1 \Delta t = m_2 c_2 \Delta t + m_3 c_3 \Delta t + \dots + m_n c_n \Delta t$$

Calor cedido = Calor absorbido

CRUCIGRAMA DE CALOR



HORIZONTALES

1.- Es una medida del estado relativo de calor o frio de un cuerpo. Se mide en °C.

3.- Maquina que refrigera.

6.- Aquello que se intercambia entre dos sistemas en virtud exclusivamente de la diferencia de temperatura entre ellos.

8.- Nombre del francés, quien en 1828 publico su célebre trabajo “Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego”. Un ciclo de importancia en la termodinámica lleva su nombre.

9.- Nombre de la pared que permite sólo interacciones de tipo mecánico entre el sistema y su vecindad.

VERTICALES

1.- Instrumento que se compone de muchos pares termoelectrónicos diminutos conectados en serie, de modo que la fuerza electromotriz total es la suma de las fuerzas electromotriz individuales.

2.- Vasija para conservar la temperatura de las sustancias que en ella se ponen, aislándolas de la temperatura exterior.

4 Estado físico opuesto al de caliente.

5.- Ingeniero escocés nacido en 1820 que diseñó una escala de temperatura absoluta, diferente a la de kelvin.

6.- Abreviatura de la unidad de calor equivalente a 4.186 joule.

7.- Símbolos físicos de las coordenadas termodinámicas medidas en Pa, m³, k.

CUESTIONARIO TEMPERATURA Y CALOR

I.- ESCRIBE LOS CONCEPTOS Y DEFINICIONES QUE SE PIDEN A CONTINUACION:

Equilibrio térmico, temperatura, propiedades termométricas, sustancia termométrica, clases de termómetros, escalas termométricas, dilatación térmica lineal, superficial y volumétrica, coeficiente de dilatación lineal, dilatación del agua, calor, intercambio de calor, capacidad calorífica, calor específico, transmisión del calor (conducción, convección y radiación), conductividad térmica, temperaturas absolutas, punto crítico, punto triple, energía interna, trabajo, equivalente mecánico del calor.

II.- RESUELVE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

- 1.- () Se dicen que dos cuerpos están en equilibrio térmico si:
a) Si tienen la misma temperatura b) Se mueven con velocidad constante.
c) Si el calor recibido por uno es igual al que recibe el otro.
d) Las pérdidas de energía en uno y otro son iguales.
- 2.- () La temperatura es una medida:
a) Del calor b) De la energía cinética medida de las moléculas de un cuerpo.
c) de la energía interna d) del calor latente
- 3.- () Cualquier aparato que tenga alguna propiedad física medible que cambie con el grado de calentamiento o enfriamiento de un cuerpo se llama:
a) Barómetros b) termómetros c) manómetros d) calorímetros
- 4.- La propiedad termométrica que usa un termómetro clínico, de columna de mercurio es:
a) el brillo luminoso b) el volumen c) La resistencia eléctrica d) La presión
- 5.- () Para transformar temperaturas Fahrenheit a Celsius o viceversa, se usa la relación:
a) $(t_c - 0) / 100 = (t_f - 32) / 180$ c) $T = (t_c + 0) / 180$
b) $T = t_c - 273$ d) $T = t_f + 460$
c) $T = (t_c + 0) / 180$
d) $T = t_f + 460$
- 6.- () La temperatura de un estudiante aumenta de 36 a 38° C ¿Cuál sería el aumento de temperatura en grados Kelvin?
a) $2 + 273$ b) $2(1.8) + 32$ c) $2(1.8) + 273$ d) 2
- 7.- () En una escala Celsius la temperatura del cuerpo humano es de 36° C. ¿Cuál sería la temperatura en grados Kelvin?
a) 309 b) 273 c) 96.8 d) 22
- 8.- () Temperatura a la que las moléculas poseen la mínima energía posible
a) Cero absolutos b) Punto triple c) Punto de congelación d) 273 ° K
- 9.- () La densidad del agua toma su máximo valor a una temperatura (en grados Celsius) de:
a) - 273 b) - 4 c) 0 d) 4

20.- () Sabemos que la Tierra es calentada por el Sol, esta forma de transferencia de calor ocurre por:

- a) Conducción b) Convección c) Contacto d) Radiación

21.- () Cuando en un sistema coexisten los tres estados de agregación molecular, se presenta lo que se conoce como:

- a) De condensación b) De sublimación c) De rocío d) Triple

22.- () Es el total de todos los tipos de energías de los átomos que forman un sistema.

- a) Calor b) Energía cinética c) Temperatura d) Energía interna

23.- () Un sistema puede intercambiar energía con su vecindad, solo en forma de:

- a) Calor b) Temperatura c) Trabajo d) Calor y trabajo

24.- () La diferencia entre el calor ganado por un sistema y el trabajo que realiza se convierte en una variación de:

- a) La energía de gravitación b) La energía externa
c) Su energía externa d) su velocidad de traslación

25.- RELACIONA CORRECTAMENTE LA COLUMNA DE UNIDADES CON LA DE LOS CONCEPTOS

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| A) Coeficiente de dilatación lineal | 1) adimensional |
| B) Rendimiento o eficiencia | 2) Joule |
| C) Calor específico | 3) K |
| D) Energía interna | 4) cal / °C |
| E) Calor | 5) cal / (g °C) |
| F) Temperatura | 6) 1 / °C |
| G) Trabajo | |

27.- ¿Por qué la escala de temperatura absoluta o Kelvin es más fundamental que la escala Celsius o la escala Fahrenheit?

28.- ¿Qué sucede con la energía interna por partícula a medida que la temperatura tiende al cero absoluto?

29.- Si una sustancia tiene un calor específico relativamente grande. ¿Esto quiere decir que posee capacidad para contener mucho calor?

30.- De un ejemplo en qué aumente la energía interna de un sistema aunque no fluya calor al mismo

PROBLEMAS TEMPERATURA Y CALOR

1.- a) Una regla de aluminio que está calibrada a $5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ se utiliza para medir una distancia de 88.42 cm a 35°C . Calcular el error en la medición debido a la dilatación de la regla.

b) Se encuentra que la longitud de una barra de acero medida con la regla es de 88.42 cm a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, ¿cuál es la longitud correcta de la barra de acero a 35°C ? El coeficiente de dilatación lineal del aluminio es $22 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

R = a) 0.058cm ; b) 88.38 cm

2.- El diámetro de una esfera de latón es de 3cm a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determina su diámetro a 80°C (coeficiente de dilatación lineal del latón: $0.000\ 020\ 1/\text{ }^{\circ}\text{C}$)

R = 3.0036cm

3.- Un tapón de bronce redondo tiene un diámetro de 8.001 cm a $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¿A qué temperatura se deberá enfriar el tapón para que ajuste correctamente en un orificio de 8.000cm .

R = $21.1\text{ }^{\circ}\text{C}$

4.-Una cinta de acero de 100 m mide correctamente la distancia cuando la temperatura es de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¿Cuál es La medición verdadera si esta cinta indica una distancia de 94.62 cm en un día en el cual la temperatura es de $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}\ 1/\text{ }^{\circ}\text{C}$ R = 94.64 cm

5.-Una hoja rectangular de aluminio mide $6 \times 9\text{ cm}$ a $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¿Cuál es su área a 0°C
 $\alpha = 2.4 \times 10^{-5}\ 1/\text{ }^{\circ}\text{C}$
R = 53.9 cm^2

6.- Una carretera está hecha de planchas de concreto colocadas una a continuación de la otra .La longitud de cada plancha es de 2.5m ¿Cuál deberá ser la brecha entre las planchas a 20°C si deberán solo tocarse a 45°C ? (coeficiente de dilatación de concreto: $0.000\ 010\ 1/\text{ }^{\circ}\text{C}$)

R = $6.25 \times 10^{-4}\text{m}$

7.- Un recipiente de vidrio se llena exactamente con 1 litro de trementina a 20°C . ¿Qué volumen de líquido se derramará cuando su temperatura suba a 86°C ? El coeficiente de dilatación lineal del vidrio es $9.0 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$; el coeficiente de dilatación volumétrica de la trementina $97 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ R= 63.426ml

8.- La densidad del oro a 20° C es de 19.30 g/cm^3 , el coeficiente de dilatación lineal es $14.3 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Calcúlese la densidad del oro a 90°C . R= 19.2 g/cm^3

9.- Determinése la temperatura final cuando se mezcla 1.0 Kg de hielo a exactamente 0°C con 9.0 Kg de agua a 50°C .
R = 47°C

10.- Una tetera de 1.50 Kg que contiene 2.50 Kg de agua se pone en la estufa. Si no se cede calor al entorno, ¿cuánto calor debe agregarse para elevar la temperatura de 20°C a 90°C ?

R = $8.291 \times 10^5\text{ J}$

11.- Dentro de un calorímetro tenemos 100 g de triclorometano a 35°C . El recipiente está rodeado de 1.75 Kg de agua a 18°C . Transcurrido un cierto tiempo, los dos productos están a la misma temperatura de 18.22°C . ¿Cuál es el calor específico del triclorometano?

R = $0.2294\text{ cal/gr.}^{\circ}\text{C}$

12.- Alumnos de cuarto semestre realizaron una práctica para determinar el calor específico de una pieza metálica, usaron para ello un calorímetro de aluminio. Tomaron los siguientes datos: la muestra 236 g , un metal se calienta hasta 90° C se sumerge en un calorímetro de 50 g con un calor específico de $0.11\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ que contiene 200 g de agua a 25°C . La medición de la temperatura final de la mezcla de 32°C . ¿Qué calor

específico de la pieza, obtuvieron los alumnos? $R = 0.105 \text{ cal/gr.}^\circ\text{c}$

13.- ¿Cuánto calor es necesario para cambiar 10 g de hielo a 0°C a vapor a una temperatura de 100°C . $R = 7.2 \text{ Kcal}$

14.- ¿Cuánto calor se requiere para convertir 8.0 g de hielo a -15°C en vapor a 100°C . $R = 5820 \text{ cal}$

15.- Supóngase que una persona que ingiere comida equivalente a 2500 cal por día pierde esa cantidad en calor a través de la evaporación del agua de su cuerpo. ¿Cuánta agua se vaporiza al día? A la temperatura del cuerpo, para el agua $H_v = 600 \text{ cal/g}$. $R = 4.166 \text{ cm}^3$

16.- Un extremo de una barra de hierro de 30cm de longitud y 4 cm. de sección transversal, se colocan en baño de vapor. ¿Cuánto tiempo (en minutos) serán necesarios para transferir 1.0 Kcal. de energía? ¿En qué dirección fluye el calor? $R = 0.2555 \text{ min}$

17.- El fondo de un recipiente de aluminio tiene un espesor de 3mm y un área de la superficie de 120 cm^2 ¿Cuántas calorías por minuto pasan a través (conducción) del fondo del recipiente si la temperatura de la superficie exterior es 114°C y la del interior 117°C ?
 $R = 36000 \text{ cal/seg}$

18.- Una pared vertical plana de 4 m x 6m de tamaño, se mantiene a una temperatura de 90°C . El aire de los alrededores en ambos lados es de 30°C ¿Cuánto calor se pierde en ambos lados en 1 hora?
 $R = 1684800 \text{ cal}$

19.- Suponga que la pared considerada en el problema anterior es horizontal en lugar de vertical. ¿Cuánto calor se pierde en ambos lados en 1 hora? $R = 1123200 \text{ cal}$

20.- Un tubo vertical de vapor tiene un diámetro exterior de 8cm y una altura de 5m, la temperatura exterior del tubo es 94°C , y la temperatura ambiente es 23°C ¿Cuánto calor se libera al aire por convección en 1 hora? $R = 296496 \text{ cal/h}$

21.- La temperatura de operación del filamento de una lámpara de 25 watts es 727°C . Si 0.3 es la emisividad del filamento cuál es su área. $R = 1.47 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

22.- Una bala de 0.020 kilogramos que se movía a 420 m/s se incrusta en un árbol ¿Cuántas calorías genera la energía cinética de la bala? $R = 422.009 \text{ cal}$

23.- Un objeto de hierro pesa 196N cae a 10m. Suponiendo que el objeto absorbe todo el calor producido cuando choca con la tierra. ¿Cuál es su aumento de temperatura? (calor específico del hierro es $0.11 \text{ cal / g }^\circ\text{C}$) $R = 0.2131^\circ\text{C}$

24.- ¿Cuánto tiempo le tomará a un calentador de 500 W elevar la temperatura de 15°C hasta 98°C a 400 g de agua? $R = 278.95 \text{ seg}$

25.- Una esfera de 3.0 cm de radio actúa como un cuerpo negro. Está en equilibrio con sus alrededores y absorbe 30 K de la potencia radiada por los alrededores. ¿Cuál es la temperatura de la esfera?
 $R = 2.6 \times 10^3 \text{ K}$

TERMODINAMICA

El desarrollo de la termodinámica se inició hace unos doscientos años y creció debido a los esfuerzos para desarrollar las máquinas de calor, iniciando una nueva etapa tanto para la ciencia como para la industria. La máquina de vapor fue uno de los primeros y más importantes de estos dispositivos que se encargaban de convertir la energía calorífica en trabajo mecánico. El uso de la máquina de vapor en la industria y en las locomotoras dio lugar a la revolución industrial que cambio al mundo.

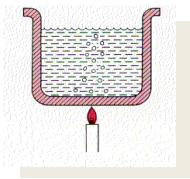
Aunque en general el estudio de la termodinámica se refiere principalmente **al calor y el trabajo**, la termodinámica es una ciencia amplia y de gran extensión que comprende mucho más que el estudio de las máquinas de vapor.

La palabra Termodinámica proviene del griego **therme** que significa calor y como su nombre lo indica trata de la transferencia o las acciones del calor. La termodinámica clásica no fundamento sus estudios en la hipótesis sobre la estructura de la materia, si no en observaciones experimentales, sin embargo al aplicar la teoría molecular y cinética moderna al estudio de la termodinámica, se logra una visión más profunda de los principios que la fundamentan. Termodinámica, **“Parte de la Física que estudia el intercambio de energía entre un sistema y el ambiente que lo rodea, a través de una transferencia de calor y/o la realización de un trabajo mecánico”**

Función de la Energía Interna

La energía interna de un sistema se define como la suma de las energías potencial y cinética de cada una de las moléculas que lo constituyen. Al suministrar calor a un sistema se provoca un aumento en la energía de agitación de sus moléculas produciendo un incremento en la energía interna del sistema y por consiguiente un aumento en la temperatura si se incrementa la energía interna de un sistema al proporcionarle calor al sistema.

Al proporcionarle calor al sistema se incrementa la energía interna de un sistema

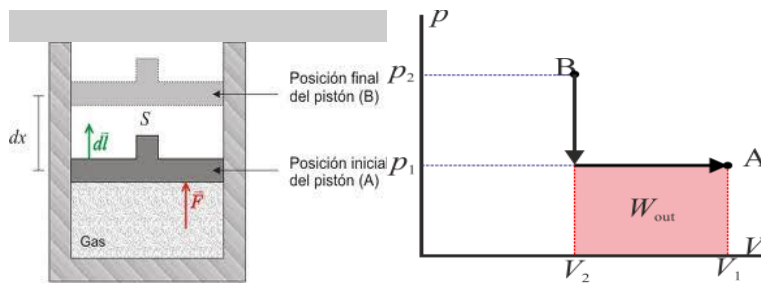


$$\Delta U = U_f - U_i$$

El sistema termodinámico se define bajo tres parámetros: **presión, volumen, temperatura**. Cada vez que el sistema absorba o libere energía, ya sea en forma de calor o trabajo alcanzara un nuevo estado de equilibrio, pero cumpliendo siempre con la **conservación de la energía**.

Trabajo Termodinámico

Se considera la posibilidad de un gas contenido en un cilindro equipado con un pistón. En el equilibrio, el gas ocupa un **volumen (V)** y ejerce una **presión (P)** uniforme sobre las paredes del cilindro y sobre el pistón es $\mathbf{F} = \mathbf{P}\mathbf{A}$. Ahora amos a suponer que el gas se expande lentamente, lo suficiente como para permitir que el sistema siga estando en equilibrio térmico en todo momento. Como el pistón se mueve hacia arriba una distancia el trabajo realizado por el gas sobre el pistón es: trabajo termodinámico realizado por un gas en la expansión de un estado inicial a un final es el área bajo la curva que conecta los estados en un diagrama PV.



$$\Delta W = Fd = PAd$$

$$\Delta W = P\Delta V$$

1ª LEY DE LA TERMODINÁMICA.

La primera Ley de la Termodinámica es una expresión de la Ley de la Conservación de la Energía, ya que afirma que el cambio total de energía de un sistema es igual a la suma del calor transferido al sistema y el trabajo efectuado en el sistema por todas las fuerzas externas.

$$\Delta Q = \Delta W + \Delta U$$

En cualquier proceso termodinámico, el calor neto absorbido por un sistema es igual a la suma del equivalente térmico del trabajo realizado por él y el cambio de su energía interna.

PROCESOS TERMODINÁMICOS

1. Proceso adiabático:

Es aquel en donde no entra ni sale la energía por encontrarse aislado de los alrededores. Un proceso adiabático puede llevarse a cabo cuando se encuentra recubierto por un aislante o por realizar el proceso rápidamente, de modo que hay poco tiempo para la transferencia de energía por el calor. Aplicando la primera ley de la termodinámica a un proceso adiabático, en donde $\Delta Q = 0$, Tenemos que

$$\Delta W = - \Delta U$$

2. Proceso Isocórico:

Es un proceso que se lleva a cabo a volumen constante. En este proceso, el valor del trabajo realizado es claramente cero, porque el volumen no cambia. Es decir toda la energía térmica absorbida por un sistema incrementa su energía interna provocando un aumento en la temperatura. Entonces aplicando la primera ley de la termodinámica tenemos que:

$$\Delta Q = \Delta U$$

3. Proceso Isotérmico:

Es aquél en el cual la temperatura del sistema permanece constante. La energía interna de un gas ideal cuando la temperatura es constante, no cambia. Por lo tanto, en un proceso isotérmico la transferencia de calor es igual al trabajo realizado. Es decir, cualquier energía que entra en el sistema por el calor se transfiere fuera del sistema por el trabajo, como un resultado de ello, ningún cambio de energía interna del sistema se produce. De acuerdo a la primera ley de la termodinámica, si $\Delta U = 0$, entonces:

$$\Delta Q = \Delta W$$

Aunque **La Primera ley de la termodinámica** es muy importante, que no hace ninguna distinción entre los procesos que ocurren espontáneamente y los que no. Sin embargo, nos encontramos con que en algunos procesos se convierte la energía y en otros se transforma. **La Segunda ley de la termodinámica**, establece que, “Es imposible construir una máquina térmica que, operando en un ciclo transforme en trabajo todo el calor que se le suministra”. Esta ley se enfoca al funcionamiento de una máquina térmica el cual es un dispositivo que convierte energía térmica en trabajo: y para comprenderlo mejor mencionaremos los tres procesos que ocurren;

- 1.- Se suministra a la máquina una cantidad de calor mediante una fuente de alta temperatura..
- 2.- La máquina efectúa un trabajo mecánico producido por una parte del calor de entrada.
- 3.- Una cantidad de calor se libera al recipiente de baja temperatura..

La **eficiencia** de una máquina térmica se define como la razón del trabajo útil realizado por una máquina con respecto al calor suministrado a la máquina y generalmente se expresa como porcentaje

$$\text{Trabajo de salida} = \text{calor de entrada} - \text{calor de salida}$$

$$W = Q_1 - Q_2$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{trabajodesalida}}{\text{calor de entrada}} \quad e = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \text{o} \quad e = 1 - Q_2/Q_1$$

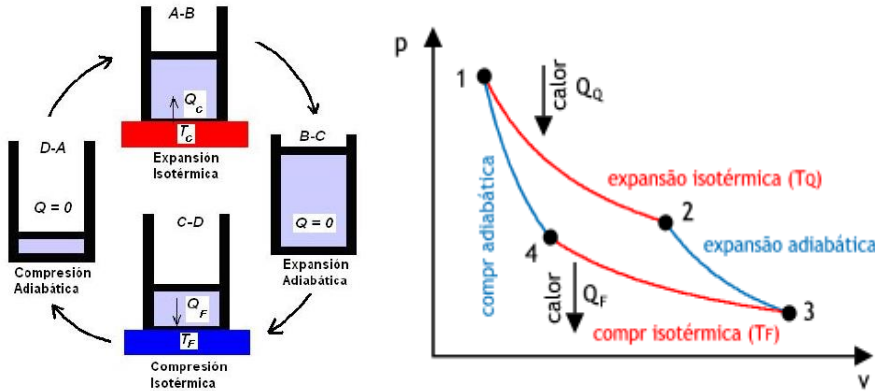
Calculando la eficiencia por medio de las temperaturas absolutas tenemos que:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow E = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

La eficiencia de una maquina térmica siempre será menor a uno.

CICLO DE CARNOT

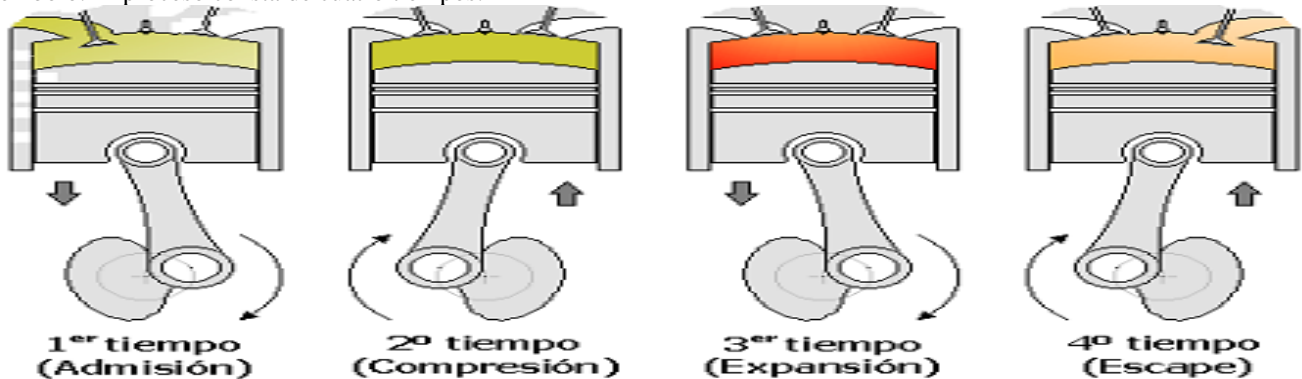
Las máquinas térmicas trabajan con procesos cíclicos, expanden un gas para producir trabajo y después lo comprimen para volver a las condiciones iniciales. Las máquinas térmicas se fundamentan en un ciclo teórico ideado por el ingeniero francés Sadi Carnot, conocido como **ciclo de Carnot**, el cual consta de cuatro procesos, dos de ellos son isotérmicos, es decir se realizan a temperaturas constantes y los otros dos son adiabáticos es decir no existe flujo de calor.



En la **primera etapa**, un gas confinado en un cilindro provisto de un émbolo móvil se pone en contacto con una fuente de alta temperatura, el sistema recibe una cantidad de calor que es absorbida por el gas, el cual se **dilata isotérmicamente** (temperatura constante) a medida que disminuye la presión de A – B (1 - 2) En la **segunda etapa** de B – C (2 – 3) el sistema realiza **trabajo adiabático**, pues el cilindro entra a un medio aislante térmico donde el gas continua su dilatación adiabáticamente (sin flujo de calor), en tanto que la presión disminuye hasta su punto más bajo por lo que se enfría alcanzándola temperatura más baja posible. En la **tercera etapa comprime** C – D (3 – 4); el cilindro es extraído de la base aislante y colocado sobre una fuente a baja temperatura, una cantidad de calor es liberada del gas a medida que este se **comprime isotérmicamente**, mientras que la presión aumenta. En la **cuarta etapa** de D – A (4 – 1), el cilindro se coloca de nuevo en la base aislante donde se sigue **comprimiendo adiabáticamente** mientras que la presión aumenta hasta llegar a su etapa inicial.

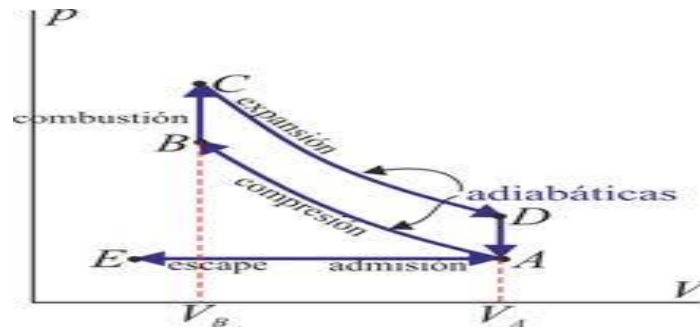
CICLO OTTO

Un motor de combustión interna está fundamentado en el **ciclo de Otto**. la maquina más común de este tipo es el motor de gasolina de cuatro tiempos, en el cual la mezcla de gasolina y aire se inflama por medio de una bujía en cada cilindro. La energía térmica que libera se convierte en trabajo útil debido a la presión que ejercen los gases de expansión sobre el émbolo. El proceso consta de cuatro tiempos:



1. **Carrera de admisión** entra la mezcla de aire y vapor de gasolina al cilindro a través de la válvula de admisión.
2. **Carrera de compresión** se cierran las válvulas y el pistón se mueve hacia arriba provocando una elevación en su presión. Justo antes de que el pistón llegue al extremo superior, se lleva a cabo el encendido de la mezcla lo que origina un cambio abrupto tanto en la temperatura como en la presión.
3. **Carrera de trabajo** la fuerza de los gases en expansión impulsan al pistón hacia abajo, efectuando trabajo externo.

4. **Carrera de expulsión** en esta se impulsan los gases quemados fuera del cilindro a través de la válvula de escape. Se repite el ciclo mientras se continúe suministrando combustible.



REFRIGERACIÓN.

Puede pensarse que un refrigerador es una máquina térmica que opera inversamente. Durante cada ciclo, un compresor o dispositivo similar suministra trabajo mecánico W al sistema, extrayendo una cantidad de calor Q_2 del recipiente frío y depositando una cantidad de calor Q_1 en la fuente caliente. De acuerdo a la primera ley, el trabajo de entrada está dado por:

$$W = Q_1 - Q_2$$

El rendimiento de un refrigerador se determina mediante la cantidad de calor Q_2 extraída para el mínimo gasto de trabajo mecánico W . Así que la razón Q_2/W es por tanto una medida del rendimiento o eficiencia del refrigerador y se llama su *coeficiente de funcionamiento* η .

$$\eta = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

ENTROPÍA.

El concepto de entropía fue introducido en la física por Rudolf Clausius de una manera puramente teórica, ya que hasta la fecha no existe ninguna manera que pueda medirla.

La entropía está directamente relacionada con la irreversibilidad y la dirección de los procesos naturales, como el flujo de calor y la conversión del trabajo mecánico en calor. Es decir la entropía nos indica el grado de desorden de un sistema y con la tendencia de pasar de estados ordenados a estados desordenados llegando finalmente al caos.

Carnot demostró que el calor transmitido por la fuente calorífica al gas Q_c y el cedido al recipiente frío Q_f están relacionados con sus temperaturas T_1 y T_2 , respectivamente por la proporción.

Lo cual es válido para cualquier máquina térmica ideal que opere en ciclos reversibles. Como el calor Q_f es el cedido por el gas, lo consideramos negativo, esto es, $-Q_f$, y la fórmula anterior puede escribirse:

$$\frac{Q_c}{T_1} = -\frac{Q_f}{T_2} \text{ o } \frac{Q_c}{T_1} + \frac{Q_f}{T_2} = 0$$

$$\frac{Q_c}{T_1} = \frac{Q_f}{T_2}$$

Esto es, en un ciclo de Carnot la magnitud Q_c/T_1 obtenida de la fuente calorífica es igual a la magnitud Q_f/T_2 cedida al recipiente frío. Por lo tanto, dicha magnitud se conserva sin variación en los procesos reversibles. A esa magnitud Clausius la llamó **entropía**.

En general, la entropía total del universo se incrementa en cualquier proceso irreversible. Como todos los procesos reales son irreversibles, esto significa que la entropía total del universo está incrementándose constantemente. Esto, combinado con la expresión de que la entropía del universo no es modificada por procesos reversibles, es otra forma de la segunda ley de la termodinámica.

CUESTIONARIO TERMODINÁMICA

I.- COMPLETE EN CADA CASO CON O LAS PALABRAS QUE FALTAN

- 1.- La termodinámica es el estudio de las transformaciones de la _____ térmica en energía _____ y viceversa.
- 2.- Si un proceso dado en un sentido se puede invertir para que evolucione en sentido contrario se dice que es un proceso _____.
- 3.- Una sucesión de cambios de un sistema que termina con el regreso del cuerpo a su estado inicial constituye un: _____.
- 4.- Al proceso que ocurre sin intercambio de calor entre el sistema y sus alrededores, se da el nombre de: _____.
- 5.- Si una jeringa se obtura la salida y se comprime lentamente el aire atrapado, de manera que no cambie su temperatura, se está produciendo un proceso: _____.
- 6.- Un proceso isocórico ocurre de manera que su: _____ permanece constante.
- 7.- Dispositivo que convierte la energía térmica en energía mecánica: _____.
- 8.- Si no se realiza trabajo sobre un sistema y no hay intercambio de calor entre el sistema y sus alrededores, se dice que se encuentra en: _____ térmico.
- 9.- Si un sistema absorbe o libera energía, ya sea en forma de calor o de trabajo pasará a un nuevo _____ sin embargo la energía se: _____.
- 10.- La suma de las energías cinética y potencial de las moléculas del sistema se llama energía _____ y se representa con _____.
- 11.- El enunciado “En un proceso termodinámico, el calor neto absorbido por un sistema es igual al la suma del trabajo realizado y el cambio de su energía interna”, corresponde a la _____.
- 12.- La segunda ley de termodinámica establece que es imposible construir una máquina térmica con una eficiencia del _____.
- 13.- Es la razón entre el trabajo de salida con respecto al calor de entrada _____.
- 14.- La razón del calor específico a presión constante al calor específico a volumen constante se conoce como: _____.

II INSTRUCCIONES: DESCRIBE DETALLADAMENTE LO QUE SE TE PIDE

- 15.- Qué es el equivalente mecánico de calor: _____

- 16.- En qué ley se fundamenta la primera ley de la termodinámica: _____

17.- Describa el ciclo de Carnot: _____

18.- ¿A que llamamos energía interna? _____

19.- ¿Qué es un proceso termodinámico? _____

20.- ¿Qué es la eficiencia térmica? _____

21.- ¿En qué consiste un proceso isobárico? _____

Actividad: CALOR Y TRABAJO

Material: una liga ancha y grande

Procedimiento: Estira con tus dedos la liga por unos segundos y apóyala sobre tu labio superior, ahora déjala contraerse totalmente, repite el experimento una vez más.

Anota tus observaciones una vez realizada tu actividad

- ¿ se efectuó trabajo: _____ Parte de este trabajo se convierte en: _____
- Y se almacena en : _____ Al relajarse, la liga reúsa esta: _____
-
- Energía: _____ Para efectuar: _____ Sobre los: _____

PROBLEMAS TERMODINAMICA

1.-Un pistón realiza un trabajo de 5000 joule sobre un gas, el gas se expande efectuando sobre sus alrededores un trabajo de 4000 joule. ¿Cuánto cambio su energía interna si no entro ni salió calor? **R = 1000 Joule**

2.-En un proceso químico industrial, a un sistema se le proporcionan 600 J de calor y 200 J de trabajo son realizados por dicho sistema. ¿Cuál es el incremento? **R = 300 Joule**

3.- Un motor térmico absorbe en cada ciclo 2000 cal de un cuerpo caliente y desprende 800 cal a un cuerpo frío ¿calcular?

- a) El trabajo realizado en cada ciclo
b) Su eficiencia térmica. R = a) 1200 cal. b) 60%

4.-Una maquina térmica tiene una potencia de 20 KW y trabaja entre las temperaturas 150°C y 20°C a razón de 30 ciclos por minuto ¿calcular?

- a) Su eficiencia térmica.
b) el calor absorbido del cuerpo caliente por ciclo.
c) el calor desprendido al cuerpo frío por ciclo.
R = a) 30.7% b) 31125.9 cal c) 902293 cal

5.-Una maquina térmica absorbe 5000 cal de un cuerpo caliente y desprende 1000cal a un cuerpo frío. ¿Calcular? a) su eficiencia. Si la temperatura superior de la maquina es 220 °C. b) calcular la temperatura del cuerpo frío.

R = b) 98.6 K a) 80%

6.-Al comprimirse isotérmicamente un gas ideal, el agente compresor realiza 36 J de trabajo. ¿Cuánto calor fluye desde el gas durante el proceso de compresión. R = 8.61 cal

7.-Un gas se expande contra émbolo móvil, levantándolo 5cm a la velocidad constante.

¿Cuánto trabajo realiza el gas si el émbolo tiene una masa de 90kg y tiene un diámetro de 5cm? Si la expresión es adiabática. ¿Cuál es el cambio de energía interna en joule y en calorías? ¿En este proceso, el gas gana o pierde energía? R = Pierde, -44.1 Joule

8.-En una expansión isotérmica de un gas ideal se absorben 300 joule de energía térmica. El émbolo pesa 908 kg. fuerza. ¿A qué altura se elevará, con respecto a su posición inicial?

R = 0.03 m

9.-Una máquina de vapor tiene un rendimiento de 12% ¿Qué cantidad de calor debe suministrarse en una hora a fin de que desarrolle 4 HP (horas power)? R = 1.22×10^7 Joule

10.-El calor de combustión del carbón es 6.66×10^7 calorías/ kg. Una máquina al levantar

4 toneladas de agua a una altura de 30 m quema 0.9kg. de carbón ¿Cuál es el rendimiento de la máquina? R = 0.99

11.-Un gas ideal se expande adiabáticamente hasta tres veces su volumen inicial. Cuando esto se realiza el gas efectúa un trabajo de 720 J.

- a) ¿Cuánto calor fluye desde el gas?
b) ¿Cuál es el cambio en la energía interna del gas?
c) ¿Al realizar esto, sube o baja su temperatura?

12.- En un proceso termodinámico se suministran 2000 cal a un sistema en forma de calor y se permite que realice un trabajo externo de 3350 joule.

¿Cuál es el incremento de energía interna durante el proceso? R = 5.02×10^3 Joule

13.- Una máquina de vapor toma vapor de un calentador a 200°C y lo expulsa directamente al aire a 100°C. ¿Cuál es su rendimiento ideal?

R = 0.2

14.- En un ciclo de carnot la expansión isotérmica del gas ocurre a 400°K y se absorben 500 cal de energía térmica por el gas.

¿Cuánto calor expulsa el sistema durante la compresión isotérmica, si está se verifica a 300°K? ¿Qué trabajo externo realizó el sistema? R = 375 cal

15.- Una máquina de carnot absorbe calor de un recipiente a 500°K y expulsan calor a 300°K. En cada ciclo la máquina recibe 1200 cal del recipiente a alta temperatura.

- a) ¿Cuál es el rendimiento del ciclo carnot?
b) ¿Cuánto calor en calorías, se expulsa sobre el recipiente a baja temperatura?
c) ¿Cuánto trabajo externo se realiza?

R = a) 0.4 , b) 720 cal, c) 2006.4 Joule

16.- El rendimiento de una máquina de gasolina de Otto es del 50% y la constante adiabática es 1.4. Calcule la razón de compresión. R = 1.3

17.- Una máquina de Carnot tiene un rendimiento de 4%. Si la sustancia de trabajo entra al sistema a 400°C ¿Cuál es la temperatura de descarga? $R = 373.08^{\circ}\text{C}$

18.- Durante la carrera de compresión de una máquina de automóvil, el volumen de la mezcla de combustible decrece de 27 cm^3 a 33 cm^3 .

Si la constante adiabática es 1.5 ¿Cuál es el rendimiento máximo de la máquina $R = 66\%$

ACÚSTICA

Si consideramos un conjunto de partículas, el movimiento de una está influido por el movimiento de las demás. Muchos fenómenos cotidianos se dan a través de la transmisión de energía que se manifiesta en algunos casos por la presencia de ondas.

El movimiento ondulatorio manifiesta que la energía se propaga en un *medio elástico* produciendo movimientos que lo cambian (comprimiéndolo, dilatándolo o enrareciéndolo) tal como ocurre con las ondas producidas por una cuerda de guitarra, en el agua o en el aire, como ejemplos de **ondas mecánicas elásticas**. Se debe hacer notar que el medio no experimenta ningún desplazamiento, sólo algunas partes de él (por donde pasa la onda) oscilando alrededor de su posición de equilibrio con movimientos oscilatorios.

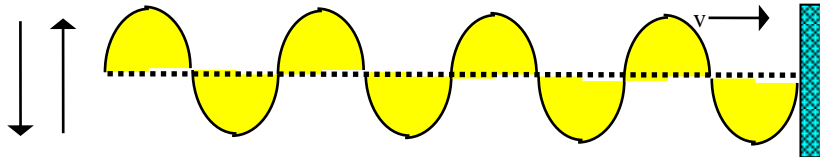
Los movimientos ondulatorios producidos por una cuerda, en el agua y las ondas de sonido requieren de un medio material para desplazarse, mientras que la luz como onda electromagnética no requiere de ningún medio para su propagación, ya que puede hacerlo a través del vacío. Para los ejemplos anteriores se puede decir que la rapidez con que se propagan las ondas depende de las características elásticas del medio y de su inercia, de acuerdo a lo anterior podemos definir:

Onda mecánica: *Es una perturbación que se propaga en un medio elástico con una cierta velocidad, de tal forma que cualquier partícula del medio que este en reposo, empezará a oscilar mientras la perturbación pasa por ese lugar.*

Tipos de ondas: Las ondas se clasifican en ondas longitudinales y ondas transversales.

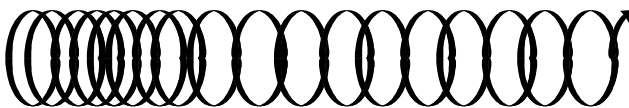
En una **onda transversal** la vibración de las partículas individuales del medio es perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

Por ejemplo, suponga que uno de los extremos de una cuerda se sujeta en un poste y en el otro se le da un tirón con la mano. Al moverse el extremo libre hacia arriba y hacia abajo se envía un pulso por la cuerda. Tres nudos igualmente espaciados demuestran que las partículas individuales se mueven hacia arriba y hacia abajo, en tanto que la perturbación se desplaza hacia la parte fija.



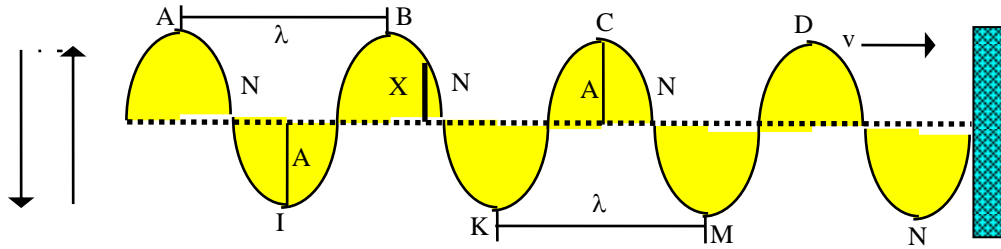
Otro tipo de onda, la cual ocurre en un resorte helicoidal, en donde las espiras de un extremo se comprimen para formar una *condensación*. Cuando se suprime la fuerza de distorsión, un pulso de condensación se propaga a lo largo del resorte. Ninguna parte del resorte se mueve mucho de su posición de equilibrio, pero el pulso continúa su viaje a lo largo de éste. Una onda de este tipo se llama **onda longitudinal**, ya que las partículas del resorte se desplazan a lo largo de la dirección misma de la perturbación.

En una **onda longitudinal** la vibración de las partículas individuales es paralela a la dirección de propagación de la onda.



Para comprender el comportamiento de las ondas es necesario definir sus características principales, como son la *elongación*, *frecuencia*, *periodo*, *longitud de onda* y *rapidez*.

Para tal fin, supongamos que a una cuerda elástica tensa la perturbamos de manera continua, obteniendo el movimiento que se muestra a continuación.



Los puntos A, B, C y D representan los máximos desplazamientos positivos medidos desde la posición de reposo y se les conoce como **crestas** de la onda.

Los puntos I, K, M y N indican los desplazamientos máximos negativos y reciben el nombre de **valles**, mientras que a las distancias X y A se les conoce como **elongación y amplitud** respectivamente.

A los puntos localizados en la posición de equilibrio los identificamos como **odos** y a la distancia entre dos crestas o valles se le llama **longitud de onda** y se representa por la letra λ .

Si se fija la atención en un punto arbitrario y se mide el tiempo que tarda en pasar una onda completa (una cresta y un valle) se ha completado un ciclo y podemos definir:

Periodo (T) : Tiempo necesario para que pase una onda completa o ciclo.

Frecuencia (f): Es el número de ondas o ciclos por unidad de tiempo.

Para definir la rapidez de propagación de una onda, fijamos un punto y contamos cuantas ondas pasan por él en la unidad de tiempo, el número de ondas que pasen es igual a la frecuencia y como cada onda mide una distancia λ , entonces la distancia que han recorrido en cada segundo será λf , lo que nos permite determinar la rapidez como:

$$V = f \lambda = \frac{\lambda}{T}$$

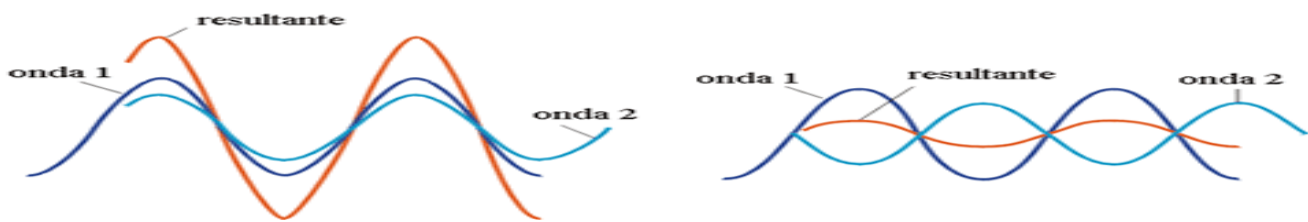
La velocidad de propagación y la longitud, cambian cuando la onda pasa de un medio a otro de diferente densidad, en tanto que la frecuencia permanece constante.

PRINCIPIO DE SUPERPOSICION:

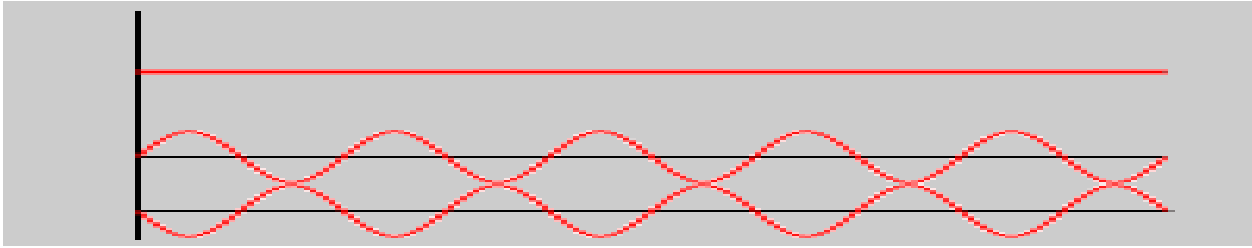
Cuando dos o más trenes de onda existen simultáneamente en el mismo medio, cada onda viaja a través del medio como si las otras no estuvieran presentes. La onda resultante es una **superposición** de las ondas componentes, es decir el desplazamiento de una partícula determinada en una cuerda vibrante es la suma algebraica de los desplazamientos que cada onda produciría independientemente de las demás.

Cuando dos ondas se superponen y como resultado se obtiene una onda de mayor amplitud, se dice que estas ondas **interfieren constructivamente**. Si la onda resultante tiene una amplitud menor se dice que las ondas **interfieren destructivamente**.

Interferencia constructiva

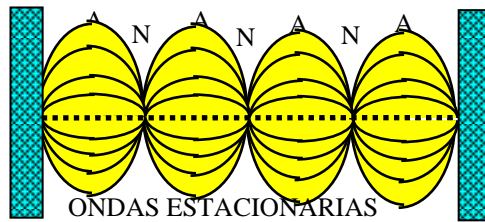


Interferencia destructiva



ONDAS ESTACIONARIAS:

Las ondas estacionarias longitudinales pueden producirse mediante una reflexión continua de pulsos de condensación y rarefacción.



Una serie de fotografías tomadas a una cuerda vibrante en intervalos de tiempo muy pequeños, revelará el número de ondas, como se muestra en la figura anterior. A tales ondas se les llama **ondas estacionarias**. Note que hay algunos puntos a lo largo de la cuerda, llamados *nodos* que permanecen en reposo y se marcan en la figura como N. Un objeto pequeño sobre la cuerda en dichos puntos no se moverá hacia arriba y hacia abajo debido al movimiento ondulatorio. Entre los puntos nodales, las partículas de la cuerda se mueven hacia arriba y hacia abajo con movimiento armónico simple. Los puntos de amplitud máxima ocurren a la distancia media comprendida entre los nodos y se llaman *antinodos*.

La distancia entre nodos alternados o antinodos alternados en una onda estacionaria es una medida de la longitud de onda de las ondas componentes.

CALCULO DE LA VELOCIDAD DE ONDA

La velocidad con la que se propaga un pulso a través de un medio depende de la elasticidad de éste y de la inercia de las partículas. Los materiales más elásticos producen fuerzas de restitución mayores cuando son distorsionados, los materiales menos densos ofrecen menos resistencia al movimiento.

Si se tiene una cuerda de masa *m* y longitud *l* tensionada con una fuerza *F* y se le da un tirón, se propaga un pulso transversal a lo largo de la misma. La elasticidad de la cuerda se mide por su tensión *F*. La inercia de sus partículas individuales se determina por la **masa por unidad de longitud** μ de la cuerda. Por lo que la velocidad de un pulso transversal en la cuerda está dada por:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{m/l}}$$

La masa por unidad de longitud μ se llama **densidad lineal** de la cuerda. Si *F* se expresa en Newtons y μ en kilogramos por metro, la velocidad estará dada en **metros por segundo**.

SONIDO

Cuando se produce una perturbación periódica en el aire, se originan **ondas sonoras longitudinales**.

El concepto de **sonido** tiene dos interpretaciones diferentes. Los fisiólogos lo definen en términos de las sensaciones auditivas producidas por perturbaciones longitudinales en el aire. La Física por otro lado, se refiere a las perturbaciones en sí más que a las sensaciones producidas.

El **sonido** es una onda mecánica longitudinal que se propaga a través de un medio elástico.

Dos cosas deben existir para que se produzca una onda sonora: Una fuente mecánica de vibración y un medio elástico a través del cual se pueda propagar la perturbación. Si se sujeta firmemente de uno de sus extremos una lámina delgada metálica y se jala del otro lado y se suelta, el extremo libre empieza a vibrar con movimiento armónico simple, una serie de ondas sonoras longitudinales se propagan a través del aire. Las moléculas de aire cercanas a la lámina se comprimen y expanden alternativamente transmitiendo una onda. Las regiones densas en donde el conjunto de moléculas es muy concentrado se llaman **compresiones**, las cuales son análogas a las **condensaciones** en un resorte. Las regiones con relativamente pocas moléculas se denominan **rarefacciones**. En el medio se alternan las compresiones y rarefacciones a medida que las partículas de aire individuales oscilan de un lado a otro en la dirección de propagación de la onda.

VELOCIDAD DE PROPAGACION DEL SONIDO:

Aunque tanto la luz como el sonido viajan con velocidades finitas (que se pueden medir), la velocidad de la luz es tan grande en comparación con la del sonido que se puede considerar instantánea. La velocidad del sonido puede medirse directamente al observar el tiempo requerido por las ondas para moverse a través de una distancia conocida.

La velocidad de la onda depende de la elasticidad del medio y de la inercia de sus partículas. Los materiales más elásticos permiten mayores velocidades de onda, en tanto que materiales con mayor densidad retardan el movimiento de la misma.

Para ondas sonoras longitudinales en un alambre o barra, la velocidad del sonido esta dada por:

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad \text{barra}$$

donde Y es el módulo de Young para el sólido y ρ su densidad. Esta relación es válida sólo para barras cuyos diámetros son pequeños en comparación con las longitudes de onda longitudinales del sonido que se propaga a través de ellas.

En un **sólido extendido** la velocidad de la onda longitudinal es una función del **módulo de corte S** , el **módulo volumétrico B** , y la **densidad del medio ρ** . La velocidad de la onda puede calcularse por:

$$v = \sqrt{\frac{B + \frac{4}{3}S}{\rho}} \quad \text{sólido extendido}$$

Para ondas longitudinales en un fluido, la velocidad de encuentra por:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad \text{fluido}$$

Donde B es el módulo volumétrico para el fluido y ρ su densidad.

Para calcular la velocidad de propagación del sonido en un gas, el módulo volumétrico es:

$$B = \gamma P$$

Donde γ es la constante adiabática ($\gamma = 1,4$ para el aire y gases diatómicos) y P es la presión del gas.

Por consiguiente la velocidad de las ondas longitudinales esta dada por:

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} \quad \text{pero para un gas ideal}$$

$$\frac{P}{\rho} = \frac{RT}{M}$$

R = constante universal de los gases
 T = temperatura absoluta del gas
 M = masa molecular del gas

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad \text{gas}$$

VIBRACION FORZADA Y RESONANCIA

Cuando un cuerpo vibrante se pone en contacto con otro, el segundo es forzado a vibrar con la misma frecuencia que el vibrador original. A estas vibraciones inducidas se les llaman **vibraciones forzadas**.

Se ha visto que los cuerpos elásticos tienen ciertas frecuencias naturales de vibración que son características del material y de las condiciones del ambiente que lo rodea. Siempre que un cuerpo está bajo la acción de una serie de impulsos periódicos que tienen una frecuencia aproximadamente igual a una de las frecuencias naturales del mismo, éste es puesto en vibración con una amplitud relativamente grande. A este fenómeno se le llama **resonancia o vibración simpática**.

Se ha definido al sonido como una *onda mecánica longitudinal que se propaga a través de un medio elástico*; esta definición es muy amplia y no restringe la frecuencia del sonido. El fisiólogo se interesa básicamente en las ondas que son capaces de afectar el aparato auditivo, por lo que es útil dividir el espectro del sonido de acuerdo con las siguientes definiciones:

RANGO AUDIBLE

Sonido audible: Son las ondas sonoras en el intervalo de 20 a 20000 Hz.

Infrasonido: Son ondas sonoras que tienen frecuencias por debajo de la gama audible.

Ultrasonido: Son ondas sonoras que tienen frecuencias por arriba del intervalo audible.

En relación con el estudio del sonido audible, el fisiólogo utiliza los términos **intensidad, tono y timbre**, para describir las sensaciones producidas, pero esto solo representa magnitudes sensoriales, las cuales son subjetivas, ya que para una persona un **volumen fuerte**, para otra puede ser moderado. En Física, se estudian las propiedades físicas de las ondas y se correlacionan con los efectos sensoriales de acuerdo a la siguiente tabla.

Efecto sensorial	Propiedad física
Intensidad acústica	Intensidad
Tono	Frecuencia
Timbre	Forma de onda

Las ondas sonoras constituyen un flujo de energía a través de la materia. La **intensidad** de una onda sonora dada es una medida de la rapidez con que se propaga la energía a través de un cierto volumen en el espacio. Puesto que la rapidez con la cual fluye la energía es la potencia de una onda, la intensidad puede relacionarse con la potencia por unidad de área que pasa por un punto dado.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{W}{cm^2}$$

La **intensidad** del sonido es la potencia transferida por una onda sonora, a través de la unidad de área normal a la dirección de propagación. Frecuentemente, ya que la rapidez del flujo de las ondas es muy pequeña, se utiliza el microwatt (μW)

$$1 \mu W = 10^{-6} W.$$

La intensidad I_o del sonido audible apenas perceptible es del orden de 10^{-16} W/cm². Esta intensidad, la cual se refiere al **umbral de audición** ha sido adoptada en acústica como el cero de la intensidad del sonido.

El **umbral de audición** representa el cero estándar de la intensidad del sonido. Su valor es 10^{-10} μW/cm² para una frecuencia de 1000 Hz.

$$I_o = 10^{-10} \mu\text{W/cm}^2 = 10^{-16} \text{W/cm}^2.$$

Es muy amplio el intervalo de intensidades que el oído humano es capaz de percibir. Se extiende desde el umbral de audición I_o hasta una intensidad tan grande como 10^{12} veces mayor. El extremo superior representa el punto en el que la intensidad es intolerable para el oído humano.

El **umbral de dolor** representa la intensidad máxima que el oído puede registrar sin sentir dolor. Su valor es 100 μW/cm² o 10^{-4} W/cm².

$$I_p = 100 \mu\text{W/cm}^2 = 10^{-4} \text{W/cm}^2.$$

Como es muy amplio el intervalo de intensidades que percibe el oído es conveniente establecer una escala logarítmica para medir las intensidades del sonido, y para este propósito se siguen las siguientes reglas.

DECIBELES:

Cuando la intensidad I_1 de un sonido es diez veces tan grande como la intensidad I_2 de otro, se dice que la razón de intensidad es 1 bel (B).

De este modo se comparan las intensidades de dos sonidos.

$$B = \log \frac{I_1}{I_2} \quad \text{beles (B)}$$

En la práctica un Bel resulta ser demasiado grande, para obtener una unidad más útil se define el **decibel (dB)** como la décima parte de un bel.

Al emplear el cero estándar de intensidad I_o como un patrón para comparar todas las intensidades, se establece una escala general para determinar cualquier sonido. El nivel de intensidad en decibeles de cualquier sonido de intensidad I puede obtenerse de la relación general:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_o} \quad \text{decibeles (dB)}$$

Donde I_o es la intensidad en el umbral de audición (10^{-16} W/cm²).

Debido a la notación logarítmica del decibel ha sido posible reducir el intervalo de intensidades a niveles de intensidad de 0 a 120 dB; pero es importante recordar que la escala no es lineal sino logarítmica. Un sonido de 40 dB es mucho mayor que el doble de intensidad de un sonido de 20 dB.

TONO Y TIMBRE:

El efecto de la intensidad sobre el oído humano se manifiesta como *volumen*.

La frecuencia de un sonido determina lo que el oído juzga como **tono** del mismo.

Es posible distinguir dos sonidos del mismo tono. Esta diferencia resulta de una diferencia de la **calidad o timbre** del sonido.

La calidad o timbre de un sonido se determina por el número e intensidades relativas de los sobretonos presentes. La diferencia en *calidad o timbre* entre dos sonidos puede observarse al analizar las *formas de onda* de los sonidos.

EFECTO DOPPLER:

Siempre que una fuente sonora se mueve con relación a un observador, el tono del sonido, como aquél lo escucha varía del que se percibe cuando la fuente está en reposo. Por ejemplo, si uno se para cerca de la vía del ferrocarril y escucha el silbido del tren cuando se aproxima, se advierte que el **tono (frecuencia)** es *más*

alto que el normal que se escucha cuando el tren está detenido. A medida que el tren se aleja, se observa que el **tono (frecuencia) es menor** que el normal.

El fenómeno no se restringe al movimiento de la fuente, si la fuente de sonido está inmóvil, un observador que se mueva hacia la fuente escuchará un incremento similar del **tono (frecuencia)**. Si el oyente se aleja de la fuente sonora, oír un sonido con un **tono (frecuencia)** menor.

El efecto Doppler se refiere al cambio aparente en la frecuencia de un sonido cuando hay un movimiento relativo de la fuente y del oyente. Durante una vibración completa de una fuente estacionaria (un tiempo igual que el periodo T), cada onda se desplazará a una distancia de una longitud de onda. Esta distancia se representa por λ y está dada por:

$$\lambda = VT = \frac{V}{f_s} \quad \text{fuente estacionaria}$$

Donde V es la velocidad del sonido y f_s es la frecuencia de la fuente. Si ésta se mueve a la derecha con una velocidad v_s , la nueva longitud de onda λ' enfrente de la fuente estará dada por:

$$\lambda' = VT - v_s T = (V - v_s) T$$

pero $T = 1/f_s$ así que

$$\lambda' = \frac{V - v_s}{f_s} \quad \text{fuente en movimiento}$$

Esta ecuación también se aplica a la longitud de onda de la izquierda de la fuente en movimiento, si se sigue la convención de que las velocidades de aproximación se consideran (+) y las que se alejan (-). Si se calcula λ' a la izquierda de la fuente en movimiento, se debe sustituir el valor negativo por v_s , dando como resultado una longitud de onda mayor.

La velocidad del sonido en un medio es función de las propiedades de éste último y no depende del movimiento de la fuente. Por lo tanto, la frecuencia f_o proveniente de una fuente móvil de frecuencia f_s que escucha un observador estacionario, está dada por:

$$f_o = \frac{V}{\lambda'} = \frac{V f_s}{V - v_s} \quad \text{fuente móvil}$$

Donde V es la velocidad del sonido y v_s la velocidad de la fuente. *La velocidad v_s se toma como (+) para velocidades de aproximación y (-) para velocidades de alejamiento.*

Cuando la fuente es estacionaria y el oyente se mueve hacia ella con una velocidad v_o , la longitud de onda del sonido incidente no cambia, pero el número de ondas que se encuentran por unidad de tiempo (frecuencia) se incrementa como resultado de la velocidad v_o del oyente. Por lo tanto, éste escuchará la frecuencia.

$$f_o = \frac{f_s(V + v_o)}{V} \quad \text{oyente móvil}$$

La velocidad v_o del oyente se considera positiva si se aproxima y negativa si se aleja. Si tanto el observador como la fuente se mueven, se combinan las ecuaciones anteriores y se tiene que:

$$f_o = f_s \frac{V + v_o}{V - v_s} \quad \text{movimiento general}$$

IMPORTANCIA DEL SONIDO EN LA MEDICINA

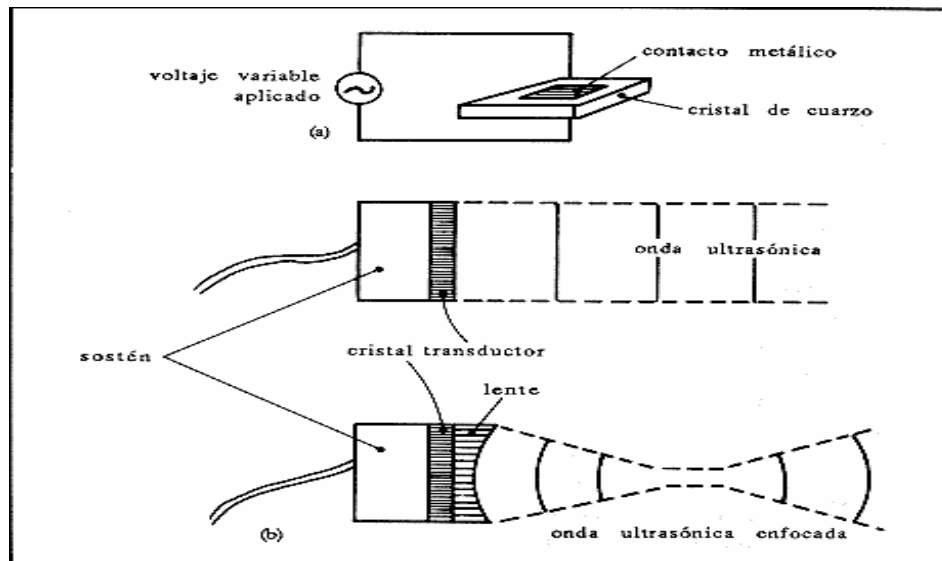
El sonido es muy importante en la medicina porque muchos médicos pueden diagnosticar la enfermedad del paciente oyendo como se propaga el sonido en diferentes partes del cuerpo, ya que este se comporta como un instrumento de percusión, como un tambor, ya que el sonido cambia al cambiar las condiciones del cuerpo.

Los diferentes órganos del cuerpo producen, al trabajar, sonidos característicos, de manera que si el trabajo se ve alterado por alguna causa, el sonido que produce obviamente es diferente al normal. El médico se ayuda con el **estetoscopio** para detectar esos sonidos.

El estetoscopio consta de una campana que está abierta o cerrada por un diafragma delgado, un tubo y las salidas para los oídos del médico. La campana abierta acumula los sonidos del área de contacto, la piel que abarca hace las veces del diafragma. La frecuencia de resonancia es aquella que permite la mejor transmisión de los sonidos y depende, en este caso, del tipo de piel, del material de la campana y de la forma y medidas de ella. Una campana cerrada tiene una frecuencia de resonancia determinada, conocida, generalmente alta, que entona sonidos de baja frecuencia. La frecuencia de resonancia se controla presionando el estetoscopio sobre la piel.

Actualmente, el ultrasonido es una técnica que ha sido desarrollada para el diagnóstico. Esta técnica es muy simple: se produce un sonido con una frecuencia entre 1 y 5 MHz que se dirige al interior del cuerpo, esta onda, al encontrar un obstáculo, va a reflejarse en parte y la parte que penetra lo hará hasta el siguiente obstáculo. El tiempo que requieren los pulsos de sonido para ser reflejados nos da información sobre la distancia a la que se encuentran los obstáculos que producen la reflexión, que en este caso serán los órganos u otro tipo de estructuras que se encuentren en el interior del cuerpo. Es claro que cada tipo de tejido tiene propiedades acústicas diferentes, por lo que la cantidad de reflexión depende de la diferencia entre las impedancias acústicas de los dos materiales y de la orientación de la superficie con respecto al haz.

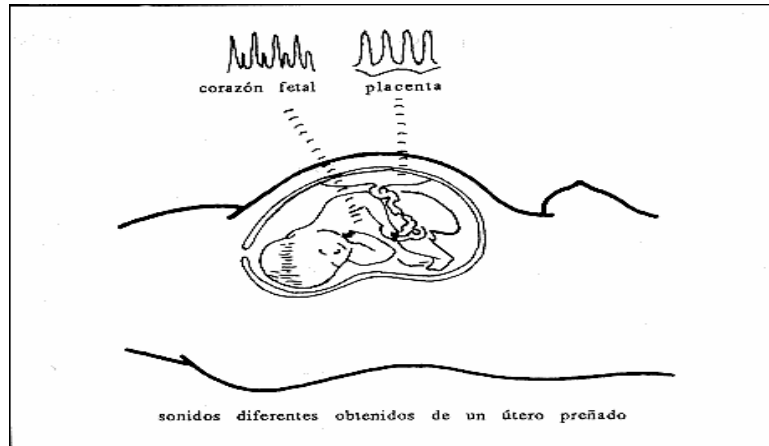
La producción del ultrasonido puede ser por dos medios: Magneto Constricción y Efecto Piezoeléctrico. Este último método se utiliza en medicina actualmente.



Producción de ondas sonoras, (a) usando un cristal de cuarzo alimentado con corriente alterna; (b) el cristal montado en un sostén produce un haz ultrasónico, se puede producir un haz enfocado usando lentes acústicas. Un dispositivo que convierte energía eléctrica en energía mecánica o viceversa se llama transductor, de modo que un generador de ultrasonido es simplemente un transductor. El mismo transductor que produce los pulsos sirve como detector. Ahora el cristal recibe un sonido y lo que hace es generar un voltaje (lo inverso de lo que ocurre en la producción de ultrasonido), las señales se amplifican y se

muestran en un osciloscopio (instrumento que nos sirve para mostrarnos la variación del voltaje en el tiempo).

El ultrasonido es una herramienta útil para diagnosticar diversas enfermedades de los ojos, para observar el estado de los fetos, en la detección de tumores cerebrales (ecoencefalografía) y en otras partes del cuerpo, etcétera



El examen mediante ultrasonido tiene muchas aplicaciones durante el embarazo, permitiendo encontrar respuestas a toda una serie de dudas médicas. Algunas de las dudas más importantes que el ultrasonido es capaz de esclarecer son las siguientes:

- Embarazo ectópico. El ultrasonido puede utilizarse para diagnosticar que el embrión se está desarrollando fuera de lugar, normalmente en una de las trompas de Falopio o en el abdomen en lugar del útero.
- Más de un bebé. El ultrasonido se utiliza para ver si una mujer lleva mellizos, trillizos e inclusive un número todavía mayor de fetos.
- Verificar la fecha estimada del parto. El tamaño del feto, que puede medirse utilizando ultrasonido, permite a los médicos estimar la fecha del parto con precisión.
- Evaluar el crecimiento fetal. Cuando el feto crece de manera más lenta o más rápida de lo esperado, el ultrasonido puede ayudar a determinar la razón—como el exceso de líquido amniótico o el crecimiento insuficiente del feto.
- Posibilidad de aborto espontáneo. Cuando se producen sangrados o hemorragias al comienzo del embarazo o cuando los latidos del corazón o los movimientos del feto parecen haberse detenido, el ultrasonido puede ayudar a determinar si el feto ha muerto y la mujer perderá su bebé.
- Ayudar a realizar otros diagnósticos prenatales. Cuando es necesario realizar una amniocentesis o un análisis del vello coriónico, los doctores utilizan el ultrasonido a manera de guía para extraer las células necesarias para probar la existencia de ciertos defectos de nacimiento.
- Diagnosticar ciertos defectos de nacimiento. Las imágenes de ultrasonido pueden utilizarse para diagnosticar ciertos defectos de nacimiento de la estructura corporal, como la ausencia de extremidades y a veces el labio leporino y la espina bífida. También puede permitir el diagnóstico de las malformaciones de ciertos órganos internos, inclusive las vías urinarias. Un tipo especial de ultrasonido llamada la ecocardiografía permite registrar el flujo de sangre a través de las cavidades y válvulas del corazón y los vasos sanguíneos, posibilitando la detección de muchas malformaciones cardíacas como también las anomalías potencialmente peligrosas del ritmo del corazón.
- Ayudar a escoger el método de alumbramiento. El ultrasonido puede contribuir significativamente a determinar en cuáles embarazos será necesario realizar una intervención cesárea, como por ejemplo cuando el feto es especialmente grande o se encuentra en una posición anormal, o cuando la placenta se encuentra obstruyendo la salida del bebé del útero.

El ultrasonido permite la investigación de casi todos los componentes del cuerpo humano, sin embargo se utiliza con mayor frecuencia para el seguimiento del embarazo y el estudio de los órganos abdominales y pélvicos tanto en hombres como en mujeres.

CUESTIONARIO MOVIMIENTO ONDULATORIO y SONIDO

- 1.- () A la perturbación que se propaga en un medio físico a cierta velocidad se le llama:
a) Onda electromagnética b) Valle c) Cresta d) Onda mecánica
- 2.- () Cuando la vibración de las partículas del medio es perpendicular a la dirección de la propagación de la onda, se llama:
f) Onda longitudinal g) Onda transversal h) Onda paralela k) Onda plana
- 3.- () Cuando la vibración de las partículas en un medio es paralela a la dirección de la Propagación, se llama:
m) Onda longitudinal n) Onda transversal p) Onda paralela r) Onda plana
- 4.- () En un movimiento ondulatorio solamente existe una transferencia de:
s) Energía t) Materia v) Partículas w) Calor
- 5.- () A la distancia que hay entre un valle y otro valle en una onda, se le llama:
a) Frecuencia b) Periodo c) Longitud de onda d) Elongación
- 6.- () Al número de ciclos por cada unidad de tiempo, se le llama:
e) Frecuencia f) Periodo g) Longitud de onda h) Elongación
- 7.- () Al tiempo que tarda una partícula en completar un ciclo, se le llama:
i) Frecuencia k) Periodo m) Longitud de onda n) Elongación
- 8.- () Cuando dos ondas se superponen y se tiene como resultado una onda de mayor Amplitud se dice que existe:
o) Interferencia constructiva p) Interferencia
r) Aumento de frecuencia s) Onda superpuesta
- 9.- () El sonido es una onda de tipo:
t) Transversal u) Longitudinal w) Transversal y longitudinal x) Paralela
- 10.- () La velocidad del sonido en el aire a 0°C tiene un valor de:
a) 300 m/s b) 331 m/s c) 33.1 m/s d) 3331 m/s
- 11.- () Las ondas sonoras que tienen frecuencias por debajo del rango audible, se llaman:
e) Ultrasónicas f) Infra sónicas g) Supersónicas h) Sónicas
- 12.- () Las ondas sonoras que tienen frecuencias por arriba del rango audible, se llaman:
j) Ultrasónicas k) Infra sónicas l) Supersónicas m) Sónicas
- 13.- () El valor correspondiente al umbral de audición, es:
n) $10 \times 10^{-16} \text{ W/cm}^2$ o) 10^{-16} W/cm^2 p) 10^{-4} W/cm^2 q) 10^{-8} W/cm^2
- 14.- () El valor correspondiente al umbral de dolor, es:
r) $10 \times 10^{-16} \text{ W/cm}^2$ s) 10^{-16} W/cm^2 t) 10^{-4} W/cm^2 u) 10^{-8} W/cm^2

- 4.- ¿Se pueden producir ondas longitudinales en los sólidos? _____
- 5.- Escribe el concepto de frecuencia: _____
- 6.- Escribe el concepto de longitud de onda: _____
- 7.- ¿Cuál es el período de una onda? _____
- 8.- ¿En qué medio (sólido, líquido o gas) viaja más rápido una onda? _____
- 9.- Cuando una onda cambia de un medio a otro, ¿Qué valores cambian? _____
- 10.- En un sólido la velocidad de propagación de una onda depende del modulo de: _____
- 11.- En un líquido la velocidad de propagación depende del módulo de: _____
- 12.- En un gas la velocidad de propagación depende del módulo de: _____
- 13.- Escribe la ecuación utilizada para determinar la velocidad de una onda en una cuerda: _____
- 14.- ¿Qué se entiende por interferencia constructiva? _____
- 15.- ¿Qué se entiende por interferencia destructiva? _____
- 16.- Qué entiendes por una onda estacionaria? _____
- 17.- ¿Qué se entiende por sonido? _____
- 18.- El sonido es una onda mecánica de tipo? _____
- 19.- El sonido viaja más rápido en los? _____
- 20.- La velocidad del sonido en los sólidos se determina mediante la ecuación: _____
- 21.- La velocidad del sonido en un gas ideal se determina como: _____
- 22.- El sonido audible tiene un rango de frecuencias que va de los _____ Hz a los _____ Hz.
- 23.- Las ondas sonoras cuyas frecuencias están por arriba del rango audible se llaman: _____
- 24.- La ecuación que determina la intensidad del sonido en decibeles es: _____
- 25.- El rango audible para el ser humano tiene valores para la intensidad del sonido que van de _____ hasta _____ decibeles.

RELACIONA LAS SIGUIENTES COLUMNAS:

- | | |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.- Intensidad del sonido | () $\lambda = v / f$ |
| 2.- Período | () 331 m/s |
| 3.- Frecuencia | () decibeles |
| 4.- Amplitud de onda | () N/m^2 |
| 5.- Modulo de Young | () frecuencia alta |
| 6.- Longitud de onda | () Hertz |
| 7.- Presenta nodos y antinodos | () cresta |
| 8.- Velocidad del sonido a 0°C | () 340 m/s |
| 9.- Tono grave de un sonido | () Onda estacionaria |
| 10.- Tono agudo de un sonido | () $1/f$ |
| | () Frecuencia alta |

PROBLEMAS MOVIMIENTO ONDULATORIO y SONIDO

1.- La longitud de una cuerda es de 2 m y tiene una masa de 0.3kg ¿Calcule la velocidad de un pulso transversal en la cuerda si está bajo una tensión de 20N?

$$R=11.54 \text{ m/s}$$

2.- Una cuerda de 200 cm de longitud tiene una masa de 500 g ¿Qué tensión de la cuerda es necesaria para producir una velocidad en la onda de 120 cm/s?

$$R = 1.2 \text{ m/s} , 0.36 \text{ N}$$

3.-Un hombre se sienta en el borde de un muelle para pescar y cuenta las ondas de agua que golpean al poste que soporta el muelle, en 1 minuto cuenta 80 ondas. Si una cresta en particular viaja 20 m en 8 segundos. ¿Cuál es la longitud de onda en estas ondas? $R = 2.5 \text{ m/s} , 1.87 \text{ m}$

4.-Un hombre sentado en una barca de 15 m de longitud, observa que una ola tarda 5 segundos en pasar por completo la barca y percibe que un corcho tarda 4 segundos en dar 5 oscilaciones completas. Calcule la velocidad de propagación de las ondas y su longitud de onda. $R = 3 \text{ m/s} , 2.4 \text{ m}$

5.-Calcule la velocidad del sonido en el aire, en un día en que la temperatura es de 27 °C si la masa molecular del aire es 29 y la constante adiabática es 1.4.

6.- Calcule los niveles de intensidad en decibeles para los sonidos con las siguientes intensidades:

a) 10^{-7} W/cm^2

b) $100 \mu\text{W/cm}^2$

c) $4000 \mu\text{W/cm}^2$

d) $2 \times 10^{-8} \text{ W/cm}^2$

$$R = \text{a) } 90 \text{ db} , 120 \text{ db} , 136.02 \text{ db} , 83.01 \text{ db}$$

7.- Se percibe el resplandor de un rayo y 5 segundos después se escucha el sonido del trueno. ¿Calcule a que distancia del observador cayó el rayo?. Considere la velocidad del sonido en el aire en 340 m/s

$$R = 1700 \text{ m}$$

8.-El silbato de un tren emite un sonido de frecuencia 400Hz.

a).- ¿Cuál es el tono del sonido que se escucha cuando el tren se mueve hacia un observador estacionario con una velocidad de 20 m/s?

b).- ¿Cuál es el tono que se escucha cuando el tren se aleja del observador a esta velocidad? Suponga que la velocidad del sonido es de 340 m/s.

$$R = \text{a) } 425 \text{ Hz} , \text{ b) } 377.77 \text{ Hz}$$

9.- Una fuente sonora inmóvil tiene una frecuencia de 800Hz, en un día que la velocidad del sonido es de 340 m/s. ¿Qué frecuencia escuchará una persona que se aleja de la fuente con una velocidad de 30 m/s? $R = 729.41 \text{ Hz}$

10.- La longitud de onda de un sonido en el aire es de 17.15 mm. ¿Será un sonido, un ultrasonido o bien un Infrasonido?

$$R = \text{Sonido}$$

11.- ¿Cuáles son las frecuencias de la fundamental y de los primeros dos sobre tonos para un tubo cerrado de 12 cm?. La temperatura del aire es de 30°C.

$$R = 1454 \text{ Hz}$$

12.- Una fuente puntual emite un sonido con una potencia promedio de 40 watts. ¿Cuál es la intensidad a una distancia r_1 de 3.5 m de la fuente? ¿Cuál será la intensidad a una distancia r_2 de 3 m?

R = 11.14, 9.54

13.-La velocidad del sonido en un día caluroso es de 355 m/s. ¿Cuál es la temperatura que alcanzó el termómetro en ese día? R = 40 °C

14.- Calcule la velocidad del sonido en un día en que la temperatura es de -20°C.

R = 319 m/s

15.- Un automovilista que viaja a una velocidad de 80 Km/h escucha el silbato de una fábrica cuya frecuencia es de 110 Hz calcula la frecuencia aparente que escucha el automovilista cuando, se acerca a la fábrica, cuando se aleja de la fábrica. R = 1171.88 Hz, 1028.11 Hz

16.- Una patrulla de caminos lleva una velocidad de 110 Km/h y hace sonar una sirena con una frecuencia de 980 Hz Encontrar la frecuencia aparente que

18.- Una onda sonora es enviada por un barco hasta el fondo del mar, donde se refleja y regresa. Si el viaje de ida y vuelta tarda 0.6 segundos. ¿a que profundidad está el océano?

(Considere que el módulo volumétrico del agua de mar es de $2.1 \times 10^9 \text{ Pa}$ y que su densidad es de 1030 kg/m^3)

R = h = 856.72 m

escucha un observador que se encuentra parado cuando:

a) La patrulla se acerca al observador.

b) La patrulla se aleja del observador.

R = a) 1076.75 Hz. b) 899.20 Hz

17.-Una cuerda de piano de 1.21m de longitud, se somete a una fuerza de 6000 N, la velocidad de propagación de una onda es de 220 m/s cuando se golpea con el macillo. ¿Cuál será la densidad de masa por unidad de longitud?.

ELECTROSTÁTICA

DEFINICIÓN E IMPORTANCIA DE LA ELECTROSTÁTICA

La electricidad es una de las formas de energía que existen en el universo.

ELECTROSTÁTICA.- Es la parte de la física que estudia los fenómenos que se originan alrededor de los cuerpos cargados eléctricamente en reposo.

El estudio de la energía eléctrica se inicia con el descubrimiento hecho por Tales de Mileto sabio griego de la antigüedad alrededor del año 600 a.c. Observó que al frotar un trozo de ámbar (electrón en griego), con un paño de seda, éste adquiría la propiedad de atraer cuerpos ligeros tales como pedacitos de papel, corcho, virutas de madera, etc. Y concluyó que existían diferentes tipos de cargas, que consiste en ejercer fuerzas de atracción o repulsión sobre diferentes materiales como por ejemplo los dieléctricos o aislantes respondían a éste tipo de experimento, mientras que los metales éstos no presentaban ningún tipo de atracción o repulsión.

ESTRUCTURA ATÓMICA DE LA MATERIA

Examinada la materia superficialmente parece algo homogéneo, parece una cosa continua, pero no es así, sino que está organizada en partículas pequeñísimas; al examinar con detalle muy diversos objetos materiales, se

ve que la continuidad de la superficie que los limita no es mas que una apariencia y que los cuerpos están formados por diminutos corpúsculos.

Desde muy remota antigüedad la observación de la divisibilidad de los cuerpos condujo a algunos filósofos a admitir que la materia no es continua, si no que está formada de partículas más o menos pequeñas de cuya yuxtaposición resulta la formación de los cuerpos accesibles a nuestros sentidos. Sin embargo, la idea de la atomicidad de la materia no fue evidente a todos los filósofos, pues de hecho Aristóteles y muchos siglos después Kant, abogaron por la continuidad de la materia.

El primero que sustentó la teoría atómica fue Leucipo y, después de él, Demócrito de Adera (460 – 370 antes de nuestra era). Mas tarde Epicuro (341 – 270 antes de nuestra era), adoptó la misma teoría, sin embargo ésta hipótesis no vino a tener base positiva sino hasta el siglo XVIII, Con el desarrollo de las ciencias experimentales.

El origen de las ideas modernas sobre la constitución de la materia se funda por una parte de la observación de la estructura de los cristales y por otra en la divisibilidad de los cuerpos.

Al fragmentar un cristal, un trocito de galena por ejemplo, se nota que no se divide arbitrariamente, sino que se corta paralelamente a unas direcciones fijas que reciben el nombre de planos de exfoliación, el examen microscópico revela la persistencia de las direcciones de exfoliación aún en las partículas más finas. A parecido pues, lógico admitir que lo propio sucede más allá del límite de los aparatos de la observación y que la materia está constituida por partículas siempre semejantes a sí mismas, yuxtapuestas, pero no confundidas. La materia no puede ser divisible indefinidamente, desde el punto de vista puramente geométrico, podría sin duda, afirmarse que se pueden obtener partículas infinitamente

Pequeñas, por más pequeña que sea una partícula material, se puede siempre imaginar un plano que la divida en dos partes. Sin embargo por métodos experimentales indirectos de comprueba que si tiene un límite de divisibilidad, así pues: molécula es la más pequeña partícula de un cuerpo que pueda existir en estado libre, conservando íntegramente todas las propiedades del cuerpo del cual se separó, especialmente sus propiedades químicas o en otra forma, es la mínima partícula de un compuesto químico y está formado por 2 o más átomos diferentes. **Átomo** es la menor cantidad de un cuerpo simple que puede entrar en combinación o existir en una molécula.

Modelos Atómicos de la Materia

Uno de los científicos que sentaron las bases teóricas para estructurar a los átomos fue Joseph John Tomphson, quien diseño un modelo atómico parecido a una esfera gelatinosa a la que le incrustó varias pasas; por esa razón se conoce como “budín con pasas” a su modelo atómico: En el la esfera representa los protones (carga positiva) y las pasas a los electrones (carga negativa).

ErnestRuthreford elaboró su modelo atómico formado por un núcleo en donde se alojan los protones y neutrones y una nube constituida de electrones girando alrededor de ese núcleo, donde calculó el diámetro total del átomo que es de 10^{-10} m y el diámetro del núcleo que es de 10^{-14} m.

El átomo de Ruthreford tuvo muchas limitaciones, por lo que Niels Bohr, un científico contemporáneo a él, avanzó una etapa más en la comprensión de los fenómenos físicos al elaborar su modelo orbitas perfectamente definidas.

La estructura básica de la materia considera que hay partículas atómicas, la mayoría de las cuales tienen la propiedad que llamamos **carga eléctrica**, aunque algunas de las partículas son neutras y no tienen carga neta debido a que el número de electrones es igual al número de protones. Es posible que por medio de fuerzas externas se eliminen o se agreguen uno o más electrones a un átomo. La estructura que resulta se llama de este proceso se llama **ión**. La energía necesaria para eliminar o agregar electrones a un átomo varía de acuerdo a la naturaleza de éste, por ejemplo, se necesitan cantidades de energía relativamente grandes para eliminar los electrones de elementos inertes, mientras que los átomos de elementos químicamente activos requieren de relativamente poca energía para formar iones. Cuando los átomos están muy juntos como sucede en los líquidos y sólidos, las cargas eléctricas ejercen fuerzas entre sí, que provocan una cierta reordenación de las cargas.

En los líquidos a menudo se forman iones de ambos signos de carga. En los metales, los electrones están débilmente asociados con los átomos y son capaces de moverse libremente por el material. Así, todos los objetos contienen una cantidad muy grande de cargas. Generalmente el número de cargas negativas es exactamente igual al de cargas positivas, entonces el objeto tiene una carga neutra, si el número de cargas

positivas es mayor que las negativas (o viceversa), se dice que el objeto está cargado positivamente o negativamente, según sea el caso.

PARTÍCULA	CARGA ELÉCTRICA	MASA
<i>Neutrón</i>	No tiene	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Protón	$+ 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Electrón	$- 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

LEY DE ATRACCIÓN Y REPULSIÓN

Experimentalmente se comprueba que “*cargas del mismo tipo se repelen y cargas de signo contrario se atraen.*”

MÉTODOS DE ELECTRIZACIÓN

1. Carga por frotamiento:

Cuando se frota algún material como el vidrio o la ebonita con seda o piel, se transfieren cargas de un cuerpo a otro cargándolos eléctricamente, uno se carga positivamente y el otro negativamente por el exceso o deficiencia de cargas eléctricas.

2. Carga por contacto:

Si un objeto cargado eléctricamente toca a un objeto que no está cargado, parte de su carga será transferida al cuerpo neutro, quedando ambos cuerpos con el mismo tipo de carga.

3. Carga por inducción:

Cuando acercamos una carga positiva a un objeto metálico neutro sin tocarlo, provocará que las cargas negativas libres del metal se muevan hacia la superficie debido a la atracción entre cargas de signo contrario, lo que ocasionará a su vez que la otra parte del metal quede cargada positivamente. Si se toca en ese momento al metal con otro cuerpo diferente, que puede ser una conexión a tierra, ya que la tierra es buena conductora, ocasionará que las cargas eléctricas asciendan y neutralicen la carga positiva en el metal; al quitar esta conexión, el objeto metálico quedará cargado negativamente debido a un exceso de cargas negativas. De esta manera se logra que el objeto metálico inicialmente neutro se cargue negativamente debido solamente a la proximidad de un cuerpo cargado positivamente, sin que se toquen entre sí.

Conservación de la carga:

Cuando se frota una barra de vidrio con un pedazo de seda, aparece en la barra una carga positiva y se puede comprobar experimentalmente que la seda queda cargada negativamente, lo que nos indica que el proceso de frotamiento no se crea la carga eléctrica, sino que solo se transporta de un cuerpo a otro. Esta hipótesis respecto a la conservación de la carga se ha comprobado tanto en fenómenos a gran escala como en los dominios atómicos y nucleares.

MATERIALES AISLADORES Y CONDUCTORES:

Algunos materiales, principalmente los metales, tienen un gran número de electrones libres, los cuales pueden moverse por la estructura del material. Esta capacidad de transferir electrones de un objeto a otro clasifica a los cuerpos en *conductores* y *no-conductores (aislantes)*.

Un **conductor** es un material por el cual puede transferirse carga fácilmente. Ejemplos: Cobre, Oro, Plata, Aluminio, etc.

Existen otros materiales por los que la carga no pasa fácilmente y se llaman **aisladores**. Un aislador es un material que se resiste al flujo de carga. Y se conoce también como materiales aislantes. Ejemplos: Mica, madera, vidrio, baquelita, etc.

En los experimentos de electrización por frotamiento, por contacto o por inducción llegamos a la conclusión de que existe un fenómeno, que se presenta en todos los casos de electrización, y nos lleva a establecer un servicio muy importante en la física, llamado principio de conservación de la carga eléctrica que dice “**la carga eléctrica en un sistema cerrado antes y después de cualquier proceso físico permanece constante**”.

CARGA FUNDAMENTAL

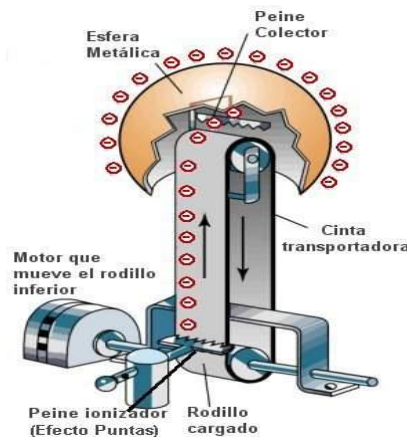
La unidad de carga eléctrica en el Sistema Internacional es el **Coulomb** el cual se define como:

Un Coulomb es la carga que se transfiere a través de cualquier sección transversal de un conductor en un segundo cuando pasa una corriente de un Ampere.

$$1 \text{ Coulomb} = 6,25 \times 10^{18} \text{ electrones.}$$

GENERADORES ELESTROSTATICOS

Los generadores electrostáticos también se conocen como máquinas electrostáticas éstas son aparatos en los cuales se transforma la energía mecánica en energía eléctrica por la intervención de fenómenos ya sea de frotamiento, ya sea de influencia o de ambos tipos. De acuerdo con esto ya es costumbre dividirlos en máquinas de frotamiento o solo jueguen algún papel los fenómenos de influencia. Otros autores las clasifican en máquinas de adición y máquinas de multiplicación. En las primeras un conductor fijo, manteniéndose a carga constante es llamado productor influyendo sobre un conductor móvil llamado transportador, que cede sus cargas. En las máquinas de multiplicación hay dos colectores que funcionan a la vez de productores y dos transportadores que son influenciados por ellos. Cada colector influye sobre un transportador que lleva su carga al otro colector.



LEY DE COULOMB:

La primera investigación teórica de las fuerzas eléctricas entre cuerpos cargados fue efectuada por Charles A. Coulomb en 1784. Sus estudios fueron realizados utilizando una balanza de torsión para medir la variación de la fuerza en términos de la separación y de la cantidad de carga.

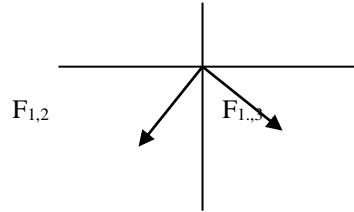
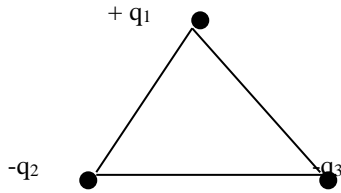
Coulomb determinó que la fuerza de atracción o repulsión entre dos objetos con carga eléctrica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. En otras palabras, si la distancia entre dos objetos cargados se reduce a la mitad, la fuerza de atracción repulsión entre ellos aumentará cuatro veces

Ley de Coulomb: La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las dos cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$F \propto \frac{qq'}{r^2} \quad \text{o} \quad F = \frac{k q q'}{r^2}$$

F = Fuerza eléctrica [N]
 q = Carga eléctrica [C]
 q' = Carga eléctrica [C]
 K = $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$

F representa la fuerza sobre una partícula cargada y es por lo tanto una magnitud vectorial. La dirección y el sentido de la fuerza se determina en base a la naturaleza de las cargas **q** y **q'**. Los signos más y menos que resulten del producto de las cargas **q** y **q'** no tienen ningún significado matemático en la ley de Coulomb ya que sólo identifican la naturaleza de las cargas. Cuando más de una fuerza actúa sobre una carga, la resultante es la suma vectorial de las fuerzas separadas.



$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

$$F_R = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$$

Concepto de CARGA PUNTUAL

Una carga puntual es la que tiene distribuida un cuerpo electrizado, cuyo tamaño es pequeño comparado con la distancia que hay con otro cuerpo cargado y con la magnitud de sus cargas.

Analogías de Las Fuerzas

Existe la analogía en las que se comparan la **Fuerza Eléctrica con la Fuerza gravitacional** y estas son:

Respecto a las leyes que rigen las interacciones eléctrica y gravitacional en ambos casos son de acción a distancia y varían en razón inversa del cuadrado de la distancia que separa a las partículas que interactúan. Sin embargo existen diferencias notables, una de ellas es que la fuerza gravitacional es siempre de atracción (ya que no existen masas negativas) mientras que la fuerza eléctrica es de atracción o repulsión y por lo tanto la fuerza eléctrica será siempre mayor que la fuerza gravitacional correspondiendo a iguales masas e iguales cargas y a la misma distancia de separación.

CUESTIONARIO ELECTROSTÁTICA

- 1.- () A la parte de la Física que estudia a las cargas eléctricas en reposo se le conoce Como:

a) Hidrostática	b) Electrostática
c) Electrodinámica	d) Hidrodinámica

- 2.- () Cuando un cuerpo tiene exceso de electrones se dice que el cuerpo está:

e) cargado positivamente	f) con carga cero
g) eléctricamente neutro	h) cargado negativamente

- 3.- () En un cuerpo cargado positivamente el número de electrones es:

i) igual al de protones	j) mayor al de protones
-------------------------	-------------------------

15.- Escribe el enunciado correspondiente a la ecuación de la ley de Coulomb: _____

III.- COMPLETA LA TABLA SIGUIENTE ANOTANDO EN ELLA LOS VALORES REQUERIDOS

PARTICULA	SIMBOLO	MASA (KG)	CARGA (C)
Electrón			
Proton			
Neutron			
Alfa			
Deuterón			

IV.- MARCA CON UNA "I" LAS AFIRMACIONES QUE CORRESPONDEN A ELECTRIZACIÓN POR INDUCCIÓN, CON UNA "C" LAS DE CONTACTO Y CON "F" LAS DE FROTAMIENTO.

- 1.- () Al terminar la electrización, los dos cuerpos tienen una carga numéricamente igual y de signo contrario.
- 2.- () Al iniciar se requiere que los dos cuerpos estén eléctricamente neutros
- 3.- () Se requiere conectar a tierra el cuerpo que va a electrizarse.
- 4.- () El cuerpo cargado se acerca sin tocar al cuerpo que se va a electrizar.
- 5.- () Al finalizar el proceso, los dos cuerpos tienen carga del mismo signo.
- 6.- () Sólo puede usarse para electrizar conductores
- 7.- () Cuando un cuerpo con carga le cede parte de su carga a un cuerpo sin carga
- 8.- () Método de electrización utilizado en el generador de Van de Graff
- 9.- () Método de electrización que produce las descargas atmosféricas

PROBLEMAS ELECTROSTÁTICA

1.- Dos cargas iguales están separadas una distancia de 20 cm. Determina el valor de cada una de las cargas, si la fuerza entre ellas es de 2×10^{-2} N

$$R = q_1 = q_2 = 2.97 \times 10^{-7} \text{C}$$

2.- ¿Cuántos electrones conforman una carga de $-100 \mu\text{C}$? $R = 6.25 \times 10^{14}e$

3.- ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de atracción entre un núcleo de hierro (+ 26 e) y el electrón de su primera órbita si la

distancia entre ellos es 1.0×10^{-12} m, determina la energía cinética del electrón.
 $R = 3 \times 10^{-15}$ Joule

4.- Dos cargas puntuales tienen carga total de $880 \mu\text{C}$ cuando se sitúan a una distancia de 1.10 m, la fuerza de que cada uno ejerce sobre la otra es de 22.8 N y es repulsiva. Determina la carga de cada una de ellas? y ¿cuál sería si la fuerza fuera atractiva?

5.- La fuerza de atracción entre dos cargas eléctricas es de 0.5 N. Si las cargas son $Q_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$ y $Q_2 = 5 \times 10^{-9} \text{ C}$. ¿Cuál es la separación entre ellas?

6.- ¿Cuántos electrones estarán contenidos en una esfera cuya carga es de $20 \mu\text{C}$? $R = 1.25 \times 10^{14}e$

7.- Se tienen dos esferas separadas a una distancia de 40 cm., la fuerza de repulsión entre ellas es de 0,1 N. Calcula el valor de la carga Q_2 si el valor de Q_1 es de 10^{-6} C .
 $R = 1.77 \times 10^{-6} \text{ C}$

8.- Dos cargas de $+20 \times 10^{-6} \text{ C}$. y $-4 \times 10^{-6} \text{ C}$., están separadas por una distancia R. Calcula la fuerza de atracción entre las cargas cuando la distancia entre ellas es de: $R = a) 72 \text{ N}$, b) 2.88 N , c) $7.2 \times 10^{-3} \text{ N}$

a) 10 cm

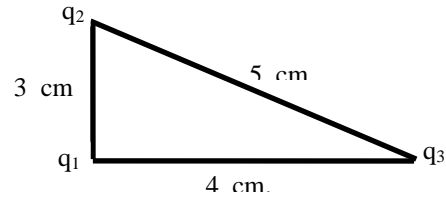
b) 50 cm

c) 10 m

9.- La fuerza de repulsión entre dos cuerpos cargados es de $4 \times 10^{-5} \text{ N}$, cuando están separados una distancia de 6 cm., se sabe que la carga del cuerpo número 1 es dos veces mayor que la carga del cuerpo número 2. Calcula el valor de cada una de las cargas en dichos cuerpos. $R = 4 \times 10^{-9}$

10.- Tres cargas puntuales ubicadas en un triángulo rectángulo como se muestra en

la figura, donde $q_1 = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$, $q_2 = +2 \times 10^{-6} \text{ C}$ y $q_3 = -6 \times 10^{-6} \text{ C}$. Determina la magnitud y dirección de la fuerza resultante que actúa sobre q_1 . $R = 280 \text{ N}$

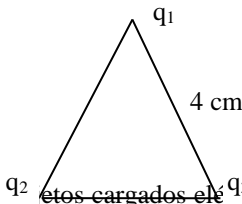


11.- Una esfera metálica pequeña se carga con $-80 \mu\text{C}$, y una segunda esfera localizada a 50 mm. se carga con $+30 \mu\text{C}$.

a) ¿Cuál es la fuerza entre ellas y de qué tipo es?

b) Si se permite que las dos esferas se pongan en contacto y luego se separen a la misma distancia. ¿Cuál será la fuerza eléctrica existente entre ellas y de qué tipo será?

12.- Tres cargas puntuales están ubicadas en los vértices de un triángulo equilátero de 10 cm de lado, en donde $q_1 = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$., $q_2 = +4 \times 10^{-6} \text{ C}$., y $q_3 = -3 \times 10^{-6} \text{ C}$. Determina la magnitud y dirección de la fuerza resultante que actúa sobre q_1 .



CAMPO ELECTRICO:

El concepto de *campo eléctrico* puede aplicarse a todos los ^{q2} ~~estos cargados elé~~ ^{q3} camente ya que el espacio que rodea a un objeto cargado se altera por la presencia de la carga eléctrica. Se puede decir que existe un *campo eléctrico* en el espacio que rodea a una carga eléctrica si se experimenta una fuerza eléctrica sobre otra carga eléctrica colocada en cualquiera de sus puntos. De la misma manera que la fuerza por unidad de masa nos da una definición de un campo gravitacional, la intensidad del campo eléctrico puede representarse mediante la fuerza por unidad de carga.

Existen analogías en las que se comparan el **campo Eléctrico con el campo gravitacional y estas son:**

1° Tanto el campo ELECTRICO como el campo GRAVITACIONAL son campos de fuerzas.

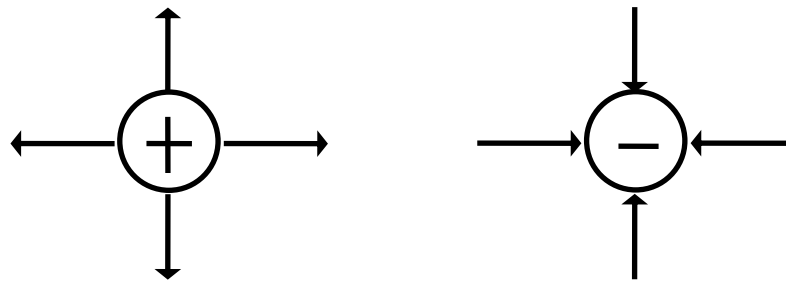
2° El carácter de ambos campos es CONSERVATIVO, dado que el trabajo desarrollado por un agente externo contra las fuerzas del campo para llevar una partícula de una posición inicial a una posición final que coinciden alrededor de una trayectoria que es cero.

Se define a la intensidad de campo eléctrico (E) de un punto en términos de la fuerza (F) experimentada por una carga positiva pequeña ($+q$) llamada carga de prueba, cuando se le coloca en dicho punto. La magnitud de la intensidad del campo eléctrico está dada por:

$$E = \frac{F}{q} \frac{\text{NEWTON}}{\text{COULOMB}}$$

Ya que la intensidad de campo eléctrico se define en términos de una carga positiva, su dirección en cualquiera de sus puntos es la misma que tendría la fuerza electrostática ejercida sobre una carga positiva de prueba en dicho punto.

Sobre esta base, el campo eléctrico en la vecindad de una carga positiva ($+q$) será hacia fuera de la carga o alejándose de ella. En la vecindad de una carga negativa ($-q$) la dirección será hacia adentro, o dirigida hacia la carga.



La intensidad del campo eléctrico es una magnitud vectorial que se asocia al espacio que rodea al cuerpo cargado y que puede representarse gráficamente mediante el concepto de líneas de campo eléctrico, independientemente de si se coloca o no otra carga dentro del campo. La fuerza F ejercida sobre una carga colocada en el campo, está dada por:

$$F = q E$$

E = Intensidad del campo eléctrico [N/C]
 q = Magnitud de la carga colocada en el campo [C]
 F = Fuerza eléctrica [N]

Si q es (+), E y F tendrán la misma dirección; si q es (-), la fuerza F estará dirigida en sentido contrario al campo E .

Hay que recordar que para la solución de los problemas se utiliza el valor absoluto de la carga.

Mediante la experimentación se demuestra que la magnitud del campo eléctrico que rodea a un cuerpo cargado es directamente proporcional a la cantidad de carga contenida en el cuerpo y también que es inversamente proporcional a la distancia de cada uno de los puntos con respecto a la carga Q , una carga de prueba q experimentará fuerzas menores a medida que se aleje de la acción del campo eléctrico. De la Ley de Coulomb tenemos que:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kQq/r^2}{q} \Rightarrow E = \frac{kQ}{r^2} \frac{\text{NEWTON}}{\text{COULOMB}}$$

Esta ecuación nos permite calcular la intensidad del campo en cualquier punto sin necesidad de colocar una segunda carga en dicho punto. Cuando más de una carga contribuye al campo, el campo resultante es la suma vectorial de las contribuciones de cada una de las cargas.

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

$$E_x = E \cos \theta$$

$$E_y = E \sin \theta$$

PERMISIVIDAD (PERMITIVIDAD) ELÉCTRICA:

La *permisividad (permitividad) eléctrica* es aquella que nos indica que tan fácil pueden formarse las líneas del campo eléctrico en un medio determinado. Está representada por ϵ_0 .

LINEAS DEL CAMPO ELECTRICO:

Michael Faraday (1791-1867) introdujo el concepto de líneas para visualizar los campos eléctricos. El método consiste en representar tanto la dirección y sentido de un campo eléctrico mediante líneas imaginarias llamadas *líneas de campo eléctrico*.

Las *líneas del campo eléctrico* son líneas imaginarias dibujadas de tal modo que su dirección y sentido en cualquier punto es la misma que la dirección y sentido de la intensidad del campo eléctrico en dicho punto.

Deben seguirse estas reglas para construir las líneas de un campo eléctrico.

- 1.- La dirección de las líneas del campo en cualquier punto, es la misma dirección en la cuál se movería una carga positiva si fuera colocada en dicho punto.
- 2.- El espaciado de las líneas del campo eléctrico debe ser tal que estén muy juntas si existe un campo eléctrico muy intenso y alejado entre sí cuando la intensidad del campo eléctrico es débil.
- 3.- Las líneas siempre **salen** de las cargas positivas y **entran** a las cargas negativas.

FLUJO ELECTRICO:

El *flujo eléctrico* Φ_E es el número de líneas de fuerza que atraviesan una superficie unitaria. Para superficies cerradas, el flujo eléctrico es positivo si las líneas de fuerza apuntan hacia afuera y negativo si apuntan hacia adentro. Se puede calcular el flujo eléctrico con la siguiente expresión:

$$\Phi_E = \Sigma E \cdot \Delta A \quad \frac{Nm^2}{C}$$

LEY DE GAUSS:

En general es posible calcular el campo eléctrico debido a varias cargas tomando la suma vectorial de los campos debidos a cada carga separadamente, sin embargo para muchas distribuciones de cargas, particularmente las que tienen simetría, es a menudo más sencillo utilizar la Ley de Gauss. Esta ley relaciona el número total de líneas de fuerza que abandonan una superficie denominada *superficie Gaussiana* con la carga total encerrada en dicha superficie. Por cada carga q_i colocada dentro de una superficie, saldrán N_i líneas de campo eléctrico, por lo tanto, el número total de líneas que abandonan la superficie es la sumatoria de N_i , en otras palabras, las líneas por unidad de área son directamente proporcionales a la intensidad de campo eléctrico.

$$\frac{\Delta N}{\Delta A} \propto E_n \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta A} = \epsilon_0 E_n$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \times 10^{-12} \quad \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

$$N = \epsilon_0 E_n A$$

Hay que recordar que el área de una superficie esférica es $A = 4 \pi r^2$ por lo que la expresión queda:

$$N = \frac{\epsilon_0 q}{4\pi \epsilon_0 r^2} 4\pi r^2 = q$$

De acuerdo a lo anterior se puede expresar la Ley de Gauss de la siguiente manera:

El número total de líneas eléctricas de fuerza que cruzan cualquier superficie cerrada hacia adentro o hacia afuera es numéricamente igual a la carga total encerrada por dicha superficie.

$$N = \sum \epsilon_0 E_n A = \sum q$$

Puesto que la mayoría de los conductores cargados tienen gran cantidad de carga sobre ellos, no es práctico tratar individualmente cada carga, es conveniente utilizar la *densidad de carga* σ definida como la *carga por unidad de área*.

$$\sigma = \frac{q}{A} \Rightarrow q = \sigma A$$

ACTIVIDAD: Dibuja las líneas de campo:

- a) Una carga Negativa
- b) Una carga positiva
- c) Un dipolo
- d) 2 cargas positivas iguales
- e) 2 cargas negativas iguales
- f) 2 placas cargadas con signos contrarios
- g) 2 placas cargadas con signos iguales

CUESTIONARIO CAMPO ELÉCTRICO

- 1.- () La intensidad de campo eléctrico es una magnitud:
w) escalar x) abstracta y) vectorial z) adimensional
- 2.- () La energía requerida para mover una carga de un punto a otro en contra de la Acción de un campo eléctrico es:
a) proporcional a la longitud de la trayectoria
b) mayor cuando se mueve en línea recta
c) independiente de la trayectoria
d) menor cuando se mueve en línea recta
- 3.- () El campo eléctrico debido a una carga positiva es:
e) radial y acercándose a la carga f) radial y alejándose de la carga
g) nulo h) uniforme
- 4.- () Las direcciones de la fuerza \mathbf{F} y el campo eléctrico \mathbf{E} para cargas positivas son:
i) iguales j) convergentes k) perpendiculares l) opuestas
- 5.- () Se llama campo eléctrico uniforme al que se produce:
m) entre dos placas paralelas del mismo signo
n) alrededor de una esfera con carga positiva
o) entre dos placas paralelas de diferente signo
p) alrededor de una esfera con carga negativa
- 6.- () Son las unidades para la intensidad del campo eléctrico en el SI:
q) N C r) N / C s) N m t) N / C²
- 7.- () Al aumentar al doble la distancia que separa a dos cargas eléctricas, la fuerza Eléctrica entre ellas:
u) se reduce a la mitad v) se reduce a la cuarta parte
w) se duplica x) se cuatriplica
- 8.- () Se realiza un trabajo igual a cero en el interior de un campo eléctrico cuando se Mueve la carga en una trayectoria cerrada, por esta razón el campo eléctrico se considera:
y) nulo z) constante a) variable d) conservativo
- 9.- () En el punto medio del segmento que une a dos cargas puntuales el campo eléctrico Es igual a cero. ¿De qué magnitud y signo son las cargas?
n) igual signo y diferente magnitud p) diferente signo y magnitud
q) diferente signo e igual magnitud r) igual signo y magnitud
- 10.- () El flujo eléctrico que pasa a través de una superficie que encierra una carga Eléctrica, tiene un valor cuya unidad en el SI es:
s) Tesla t) Joule u) Newton/coulomb v) Weber

- 11.- () Si el número de líneas de fuerza que salen de una superficie cerrada es mayor al De las que entran, entonces la carga neta encerrada es:
w) cero x) no existe relación y) positiva a) negativa
- 12.- () En cuál de los siguientes casos el campo eléctrico es cero:
e) en el interior de un conductor esférico hueco
f) fuera de una esfera uniformemente cargada
g) fuera de un cilindro cargado
h) entre dos planos cargados con igual carga pero de signo contrario
- 13.- () Una carga eléctrica negativa dentro de un campo eléctrico se movería:
i) perpendicular a la dirección del campo j) en sentido contrario al campo
k) en la misma dirección que el campo h) con dirección indefinida
- 14.- () Al número de líneas de fuerza que atraviesan una cierta superficie, se le llama:
m) campo eléctrico n) fuerza eléctrica o) carga eléctrica p) flujo eléctrico
- 15.- () Las líneas de campo eléctrico entre dos cargas de signos contrarios
q) salen de la carga positiva hacia la negativa
r) salen de la carga positiva hacia el infinito
s) salen de la carga negativa hacia la positiva
t) salen de la carga negativa hacia el infinito
- 16.- () El concepto de cuerpos eléctricamente neutros, se refiere a:
a) El número de protones es menor que el de electrones
b) El número de protones es mayor que el de electrones
c) El número de protones es igual al número de neutrones
d) El número de protones es igual al número de electrones

II.- RELACIONA LAS SIGUIENTES COLUMNAS

- 1.- $Q/4\pi\epsilon_0 r^2$ () Ley de Gauss
- 2.- $\int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = Q / \epsilon_0$ () Densidad superficial de carga
- 3.- $Q_1 Q_2 / 4\pi\epsilon_0 r^2$ () Ley de coulomb
- 4.- Q / A () Intensidad de campo eléctrico
- 5.- $1 / 4\pi\epsilon_0$ () Constante de la ley de Coulomb.

III.- CONTESTA BREVEMENTE LO QUE SE TE PIDE.

1.- En que unidades se expresa la intensidad de un campo eléctrico: _____

2.- Menciona tres características que identifiquen a las líneas de campo eléctrico: _____

3.- Define el concepto de flujo eléctrico: _____

4.- Define el concepto de superficie gaussiana: _____

5.- Si el flujo a través de una superficie gaussiana es cero, entonces: _____

6.- ¿Cuál es la ecuación que se usa para determinar la densidad superficial de carga?

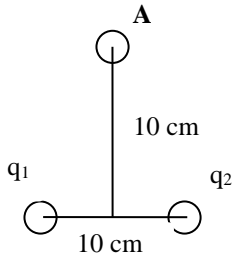
7.- Dibuja mediante líneas el campo eléctrico entre una carga positiva u una carga negativa:

PROBLEMAS CAMPO ELÉCTRICO

$$R = 8.33 \times 10^{-5} \text{C}$$

1.- La intensidad de un campo eléctrico es de $4.5 \times 10^5 \text{ N/C}$. en un punto a 20 cm de una esfera cargada eléctricamente. ¿Cuál será la fuerza de repulsión que experimentaría una segunda carga de $2 \mu\text{C}$ colocada en ese punto? $R = 0.9 \text{N}$

2.- Del siguiente sistema formado por 2 cargas $q_1 = + 8 \mu\text{C}$ y $q_2 = -8 \mu\text{C}$ separadas 10 cm una de otra, se pide calcular el campo eléctrico resultante en el punto A que se localiza a una altura de 10 cm., sobre el punto medio de la distancia entre las dos cargas.



3.- La intensidad de un campo eléctrico es de 10 N/C en un punto P de dicho campo, si la carga eléctrica tiene un valor de $q = 5 \times 10^{-9} \text{ C}$. ¿Cuál es la distancia del punto a la carga? $R = 2.12 \text{ m}$

4.- Determine la intensidad de campo eléctrico en el punto medio entre dos cargas de $+4 \text{ nC}$ y $+8 \text{ nC}$, si la separación entre ellas es de 8 cm. $R = -22500 \text{ N/C}$

5.- Una esfera conductora cargada uniformemente tiene un radio de 24 cm y una densidad de carga superficial de $+ 16 \mu\text{C}/\text{m}^2$. ¿Cuál es el número total de líneas de campo eléctrico que salen de la esfera? $R = 1.8 \times 10^6$

6.- ¿Cuál es la carga máxima que se puede almacenar en una esfera conductora de 50 cm de radio, si el campo eléctrico que produce es de $3 \times 10^6 \text{ N/C}$?

7.- Una carga de $+5 \text{ nC}$ es colocada sobre la superficie de una esfera metálica hueca cuyo radio es de 3 cm. Aplique la ley de Gauss para hallar la intensidad del campo eléctrico a una distancia de 1 cm de la superficie de la esfera. ¿Cuál es el campo eléctrico en un punto localizado a 1 cm dentro de la superficie?

$$R = 2.81 \times 10^4 \text{ N/C}; \text{Cero}$$

8.- Una esfera de 8 cm de diámetro tiene una carga de $4 \mu\text{C}$ en su superficie. ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico en la superficie, 2 cm fuera de la superficie y 2 cm dentro de la superficie?

$$R = 2.25 \times 10^7 \text{ N/C}; 9.99 \times 10^6 \text{ N/C}; \text{Cero}$$

9.- La densidad de carga en cada una de dos placas paralelas es $4 \mu\text{C}/\text{cm}^2$. ¿Cuál es la intensidad del campo eléctrico entre las placas?

10.- Se hace girar una espira de 40 cm de diámetro en un campo eléctrico uniforme hasta encontrar la posición de flujo eléctrico máximo. Al medir el flujo en esta posición se determina que es de $5.2 \times 10^5 \text{ N m}^2/\text{C}$. Calcule la intensidad del campo eléctrico en esta región.

$$R = 4.1 \times 10^6 \text{ N/C}$$

11.- Calcule la intensidad del campo eléctrico a una distancia "r" de una placa infinita cargada positivamente con una densidad superficial de carga de $16 \mu\text{C}/\text{m}^2$

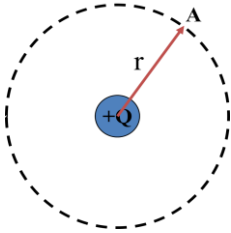
$$\text{a) } r = 10 \text{ cm} \quad \text{b) } r = 50 \text{ cm}$$

POTENCIAL ELÉCTRICO

El potencial en un punto situado a una distancia r de una carga Q es igual al trabajo por unidad de carga realizado contra las fuerzas eléctricas para transportar una carga positiva $+q$ desde el infinito hasta dicho punto. Matemáticamente se expresa por:

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

El potencial debido a una carga positiva es positivo.
El potencial debido a una carga negativa es negativo



$$V_A = \frac{kQ}{r}$$

La superficie equipotencial siempre es perpendicular a las líneas del campo eléctrico.

El concepto de potencial eléctrico está íntimamente relacionado al concepto de Energía potencial, donde la energía potencial es energía de posición
La energía potencial eléctrica entre dos puntos separados una distancia d está dada por:

$$P.E = qEd$$

En un movimiento, el cambio en energía potencial es igual al negativo del trabajo.
Lo más importante acerca del concepto de energía potencial es que un sistema se
Tiende a mover hacia los puntos donde la energía potencial es más pequeña.

- El potencial eléctrico es igual excepto que el movimiento también depende del signo
De la carga puntiforme.

Siempre que una carga positiva se mueve en contra del campo eléctrico, la energía potencial aumenta.

Siempre que una carga negativa se mueve en contra del campo eléctrico, la energía potencial disminuye.

Diferencia de potencial

La diferencia de potencial entre dos puntos es el trabajo por unidad de carga positiva que realizan fuerzas eléctricas para mover una pequeña carga de prueba desde el punto de mayor potencial al punto de menor potencial.

$$W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B)$$

$$\text{Joule} = \text{Coulomb} \times \text{Volt}$$

La diferencia de potencial entre dos placas con carga opuesta es igual al producto de la intensidad de campo por la separación de las placas.

$$V = Ed$$

Cálculo de la energía potencial

La fuerza eléctrica promedio ejercida por una carga $+q$ cuando se mueve del punto A al punto B es:

$$F = \frac{kQq}{r_A r_B}$$

Trabajo.

El trabajo W_{AB} puede ser positivo, negativo o nulo

El trabajo realizado contra un campo eléctrico al mover la carga $-q$ a lo largo de la distancia $r_A - r_B$ es:

$$W_{A \rightarrow B} = kQq \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$$

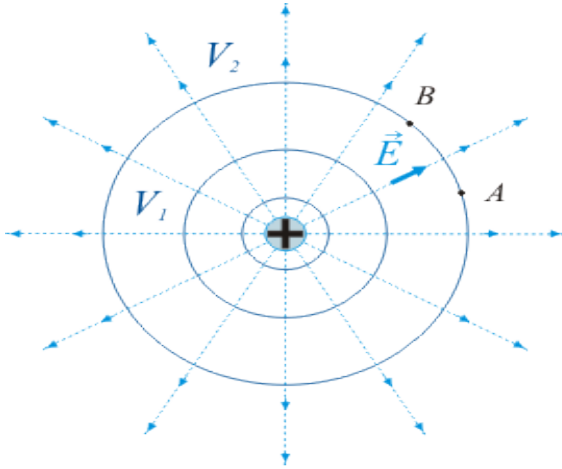
Y desde infinito ∞ a la distancia r :

$$W_{\infty \rightarrow r} = \frac{kQq}{r}$$

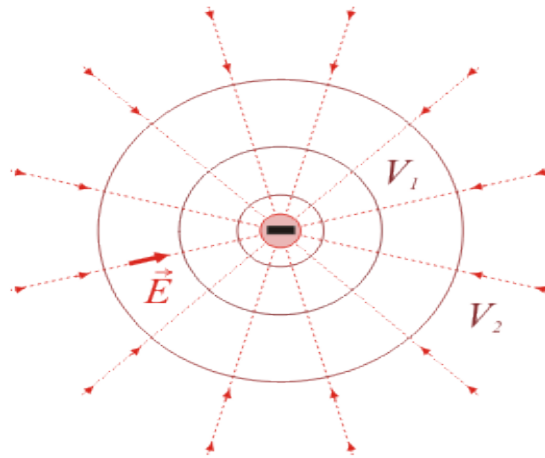
La energía potencial del sistema es igual al trabajo realizado contra las fuerzas eléctricas para llevar la carga $+q$ desde el infinito hasta ese punto.

$$P.E = \frac{kQq}{r}$$

Superficies equipotenciales



(a)



(b)

Una superficie equipotencial es una superficie tridimensional sobre la cual el potencial eléctrico (V) es igual en todos los puntos, si se moviera una carga de prueba q_0 de un punto a otro sobre esa superficie, la energía potencial eléctrica permanece constante, por lo tanto el campo eléctrico E no realiza trabajo sobre la carga de prueba.

Dos superficies equipotenciales nunca pueden tocarse o cruzarse. Las líneas de campo eléctrico E y las superficies equipotenciales son siempre perpendiculares entre sí como se puede observar en la figura a y b

CUESTIONARIO POTENCIAL ELÉCTRICO

I Define los siguientes términos

1.-Energía potencial eléctrica: _____

2.-Potencial eléctrico: _____

3.-Superficie equipotencial: _____

4.- Diferencia de potencial:

5.-Gradiente de potencial: _____

II.- Coloca una “F” en los enunciados falsos y una “V” en los verdaderos.

_____ El potencial eléctrico resultante en un sistema de cargas se obtiene mediante la suma Vectorial de los potenciales que produce cada una de las cargas.

_____ El potencial eléctrico en el interior de un conductor hueco cargado uniformemente, Tiene un valor igual a cero.

_____ El potencial eléctrico en el punto medio de la distancia existe entre las dos cargas de Un dipolo eléctrico, tiene un valor igual a cero.

_____ El potencial eléctrico que produce una carga negativa tiene un valor negativo.

_____ La energía potencial para una carga positiva aumenta al aproximarse a la carga.

_____ La diferencia de potencial entre dos puntos de una superficie equipotencial tiene un Valor diferente de cero.

III.- Coloca en el paréntesis la letra de la respuesta correcta.

1.- () Al disminuir la distancia que separa a dos cargas eléctricas del mismo signo, la Energía potencial entre ellas:

- a) Aumenta b) Disminuye c) No varía d) Se vuelve cero

- 2.- () Trabajo realizado por unidad de carga eléctrica, para desplazar una carga eléctrica Entre dos puntos de un campo eléctrico.
 e) Diferencia de potencial f) Caída de potencial
 g) Fuerza electromotriz h) Potencial eléctrico
- 3.- () Las unidades en que se mide el valor del potencial eléctrico son:
 i) coulomb k) joules m) joules x coulomb o) joule / Coulomb
- 4.- () Una esfera conductora cargada eléctricamente, tiene un potencial eléctrico igual a Cero en:
 p) Su interior r) El infinito s) Su superficie t) Cerca y afuera de ella
- 5.- () La energía potencial es una magnitud:
 u) De cualquier tipo w) Escalar x) Vectorial y) Fundamental
- 6.- () Las superficies equipotenciales son aquellas en donde el valor del potencial Eléctrico es:
 a) Desconocido b) Mayor c) Constante d) Cero
- 7.- () Un joule sobre coulomb es el equivalente a la unidad denominada:
 e) Newton f) Volt g) Electron volt h) Ohm
- 8.- () El valor del potencial eléctrico para una carga negativa es:
 j) Positivo k) Negativo m) Cero p) No tiene signo
- 9.- () El potencial eléctrico resultante en un punto A debido a la vecindad de varias Cargas eléctricas puntuales, es igual a:
 q) El promedio de los valores de potencial eléctrico
 r) La suma algebraica de los valores de potencial eléctrico
 s) La multiplicación de los valores de potencial eléctrico
 t) El valor del potencial eléctrico más grande
- 10.- () El trabajo realizado pero con signo negativo, para llevar una carga positiva desde el infinito hasta un punto dentro del mismo, en contra del campo eléctrico se llama:
 v) Diferencia de potencial w) Gradiente de potencial
 x) Potencial eléctrico z) Energía potencial
- 11.- () El trabajo realizado para mover una carga eléctrica entre dos puntos de una Superficie equipotencial es:
 a) Máximo b) Depende de la carga
 c) Cero d) Depende de la superficie
- 12.- () Las superficies equipotenciales y las líneas de campo eléctrico forman entre sí un Ángulo de:
 e) 90^0 f) 45^0 g) 0^0 h) Entre 45° y 90^0

- 13.- () Cuando una carga positiva se mueve en contra de la acción de un campo Eléctrico, la energía potencial:
 i) Aumenta k) Disminuye m) Permanece constante o) Vale cero
- 14.- () Una carga eléctrica se lleva del punto **A** al punto **B** de un campo eléctrico usando Diferentes trayectorias. La energía potencial será:
 p) Mayor en la trayectoria de mayor longitud
 r) Constante en cualquier trayectoria
 s) Disminuye en la trayectoria de menor longitud
 t) Cambia de acuerdo a la trayectoria
- 15.- () La energía que adquiere un electrón cuando se acelera a través de una diferencia De potencial de 1 volt, se llama:
 u) joule x) coulomb y) volt z) electrón-volt
- 16.- () El gradiente de potencial tiene un valor cuyas unidades son:
 a) volt b) volt/metro c) volt x metro d) joules
- 17.- () En un punto **A** se coloca una carga puntual cuyo valor es el doble de la carga Puntual colocada en el punto **B**; entonces el potencial de **A** con respecto al de **B** es:
 e) 4 veces mayor f) La mitad g) 2 veces mayor h) La cuarta parte
- 18.- () Ecuación que se utiliza para determinar la Energía Potencial:
 j) $E_p = k q_1 q_2 / r^2$ k) $E_p = k q / r^2$ m) $E_p = k q_1 q_2 / r$ o) $E_p = k q_1 / r^2$
- 19.- () El valor del gradiente de potencial se determina por medio de:
 p) $V = E/d$ r) $V = E d$ s) $V = d/E$ t) $V = \frac{1}{2} E d$
- 20.- () El valor del potencial eléctrico en el punto **A** es mayor que el potencial eléctrico En el punto **B**. La diferencia de potencial entre estos puntos será:
 v) $\Delta V = V_A - V_B$ x) $\Delta V = V_B - V_A$
 y) $\Delta V = V_A / V_B$ z) $\Delta V = V_A \times V_B$

ACTIVIDAD. Investiga en que consiste el experimento de MILLICAN y muestra el esquema

PROBLEMAS POTENCIAL ELÉCTRICO

1.- Una carga de $+2 \text{ nC}$ esta separada 20 cm de otra carga de $+4 \text{ nC}$.

a) ¿Cuál es la energía potencial del sistema?

b) ¿Cuál es el cambio en la energía potencial si se mueve la carga de 2 nC a una distancia de 8 cm de la carga de $+4 \text{ nC}$? $R = \text{a) } 3.6 \times 10^{-7}, \text{ b) } 9 \times 10^{-7}, 5.4 \times 10^{-7} \text{ J}$

2.- Dos placas metálicas con cargas de signo contrario están separadas 30 mm , de tal modo que un campo eléctrico constante de $6 \times 10^4 \text{ N/C}$ existe entre ellas ¿Cuánto trabajo debe realizarse en contra del campo eléctrico a fin de mover una carga de $+4 \text{ nC}$ de la placa negativa a la positiva?, ¿Cuánto trabajo es realizado por el campo eléctrico?, ¿Cuál es la energía potencial cuando el trabajo se efectúa sobre la placa negativa?

$R = 7.2 \times 10^{-6} \text{ J}$

3.- Una carga de $+6 \text{ nC}$ está a 30 mm de otra carga de 16 nC . a) ¿Cuál es la energía potencial del sistema?, b) ¿Cuál es el cambio de energía potencial si la carga de 6 nC es movida solamente a una distancia de 5 mm ?, ¿Es esto un incremento o un decremento de la energía potencial? $R = \text{a) } 2.88 \times 10^{-5}, \text{ b) } 1.728 \times 10^{-4}, 1.44 \times 10^{-4} \text{ J}$

4.- ¿A que distancia de una carga de -7 nC debe colocarse una carga de -12 nC , si la energía potencial debe ser de $9 \times 10^{-5} \text{ J}$? $R = 8.4 \times 10^{-3} \text{ m}$

5.- ¿Calcule el potencial eléctrico en un punto **A**, el cual se encuentra a 30 cm de una carga de -2 nC ? ¿Cuál es la energía potencial si en **A** se coloca una carga de $+4 \text{ nC}$? $R = 2.4 \times 10^{-7} \text{ J}$

6.- ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los puntos **A** y **B** si para transportar una carga de 12.5 C de un punto al otro, el campo realiza un trabajo de $+6.25 \text{ J}$?

¿Cuál de los puntos tiene un potencial eléctrico mayor? $R = 0.5 \text{ volt}$

7.- ¿Qué trabajo ha de realizar un campo eléctrico para transportar una carga de 0.2 C entre los puntos **A** y **B**, cuya diferencia de potencial es: $R = \text{a) } -0.44 \text{ J}, \text{ b) } 0.3 \text{ J}$

a) 2.2 V

b) -1.5 V .

c) ¿Cuál es el punto que tiene un potencial eléctrico mayor?

8.- Calcular el potencial eléctrico creado por una carga de $+12 \text{ } \mu\text{C}$ en un punto situado a 4 cm de distancia. Resolver también para el caso en que la carga sea negativa. $R = 2.7 \times 10^6 \text{ volt}, -2.7 \times 10^6 \text{ volt}$

9.- Dos cargas positivas de $+2 \times 10^{-6} \text{ C}$ y $+3 \times 10^{-6} \text{ C}$ están separadas 10 cm en el vacío. Calcule el valor del potencial eléctrico en:

a) El punto medio de la recta que las une

b) Un punto a 2 cm de la primera carga y entre ellas

c) Un punto a 2 cm de la primera, sobre la línea que las une pero no entre ellas.

d) ¿En que punto es nulo el valor del potencial? $R = \text{a) } 9 \times 10^5 \text{ J/C}, \text{ b) } 12.37 \times 10^5 \text{ volt},$

c) $11.25 \times 10^5 \text{ volt}, \text{ c) en el infinito}$

12.- Una carga eléctrica de $-60 \text{ } \mu\text{C}$ esta localizada a 45 mm a la derecha de una carga de $+20 \text{ } \mu\text{C}$. El punto **A** se encuentra a medio camino entre las dos cargas. El punto **B** esta localizado a una distancia de 35 mm directamente arriba de la carga de $+20 \text{ } \mu\text{C}$.

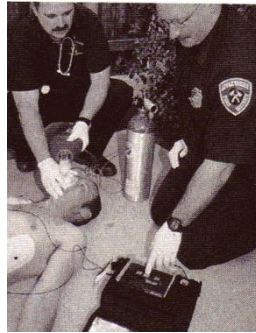
a) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre **A** y **B**?

b) ¿Cuánto trabajo se hace cuando una carga de $-5 \text{ } \mu\text{C}$ es movida del punto **A** al punto **B**? $R = -16 \times 10^6 \text{ volt}, 58.35 \text{ J}$

c) ¿Este trabajo lo realizará el campo o tendrá que realizarlo una fuerza externa?

Capacitancia

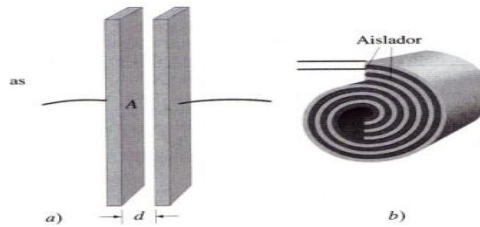
Los capacitores o condensadores se utilizan para almacenar carga eléctrica en los circuitos electrónicos, por ejemplo en los teclados de las computadoras, los sismógrafos, en el flash de cámaras etc.. ¿Sabías que estos capacitores o condensadores te pueden salvar la vida? Esto es a través de un dispositivo llamado desfibrilador cardiaco. Los capacitores que contiene este aparato almacenan la energía eléctrica, la cual puede restaurar un latido normal en personas que han sufrido un paro cardiaco. Por una ráfaga de corriente eléctrica (flujo de carga) de dicho dispositivo.



Desfibrilador cardiaco

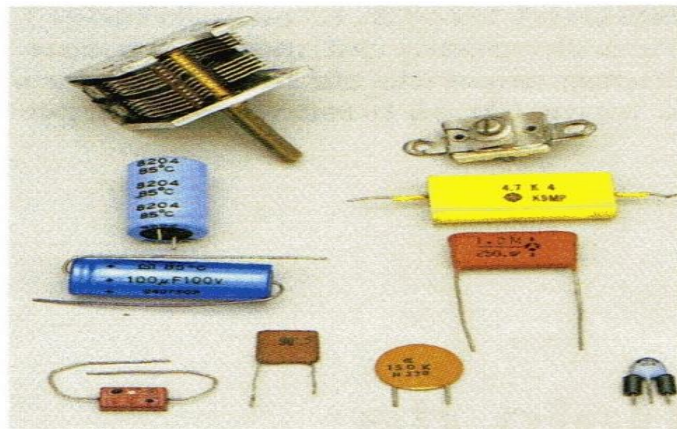
El condensador o capacitor es cualquier arreglo de dos placas metálicas. Las cuales almacenan carga sobre sus placas, es decir, energía eléctrica.

Formas de un capacitor: la más simple consiste en dos placas paralelas conductoras separadas por una distancia pequeña. Dos hojas metálicas con una hoja de papel con parafina, se enrollan formando un cilindro.



a) Capacitor simple de placas paralelas

b) cilíndrico de placa paralela enrollada



Diferentes clases de condensadores o capacitores

Un capacitor se puede cargar al conectarse a una batería (dispositivo que mantiene una diferencia de potencial relativamente constante entre sus terminales). Donde una placa adquiere una carga eléctrica negativa y la otra una cantidad igual de carga positiva. Esta carga es directamente proporcional a la diferencia de potencial o voltaje entre sus placas.

$$Q = CV$$

La capacitancia (C) de un capacitor se define como una medida cuantitativa de que tan efectivo es un condensador en almacenar carga. Se define como la magnitud de la carga almacenada en cualquier placa por volt.

$$C = Q/V \text{ Farad (F)}$$

El coulomb por volt equivale al farad, $1C/V = 1\text{Farad (F)}$. Por lo común se utilizan el microfarad ($1 \mu F = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$), el nanofarad ($1 \text{ nF} = 1 \times 10^{-9} \text{ F}$) y el picofarad ($1 \text{ pF} = 1 \times 10^{-12} \text{ F}$).

Ejemplo

Un capacitor se carga con $9.6 \times 10^{-9} \text{ C}$ al aplicarle entre sus bordes una diferencia de potencial de 1290 V. Calcula su capacitancia.

La capacitancia C depende del tamaño, forma y posición relativa de los dos conductores, y del material que los separa.

Para calcular la capacitancia de un capacitor de placas paralelas, que tienen cierta área A y están separadas una distancia d de aire, se emplea la siguiente ecuación:

$$C_o = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

Dónde:

C_o = Capacitancia en el aire o vacío (F)

ϵ_0 = Constante de permitividad del espacio libre o aire, tiene un valor de $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$

A = Área (m^2)

d = Distancia (m)

Ejemplo

Las placas paralelas de un capacitor están separadas por aire y tienen un área de 0.04 cm^2 . Si la capacitancia es de 8 pF ¿cuál debe ser la separación de las placas?

Datos:

Dieléctrico

Un dieléctrico es un aislante que incrementa el valor de la capacitancia.

Sirve para:

-Impedir que las placas entren en contacto y en este contacto permitiría a los electrones fluir de regreso hacia la placa positiva.

-Permite que las placas se coloquen más juntas.

-Permite que las placas flexibles de hoja metálica se enrollen en un cilindro.

-Aumenta la capacitancia de almacenamiento de carga del condensador

La capacidad depende del tipo de material y está caracterizada por la constante dieléctrica (K). No tiene unidades. Se define como la razón del voltaje con el material en posición (V) al voltaje en vacío (V_o). Como V es proporcional a E, esta razón es la misma que la razón de campo eléctrico:

$$K = \frac{V_o}{V} = \frac{E_o}{E} \text{ (sólo cuando es constante la carga del condensador)}$$

$$C = KC_o$$

Efectos de un dieléctrico sobre un condensador o capacitor aislado

En consecuencia, para un capacitor de placas paralelas con dieléctrico la capacitancia es igual a:

$$C = KC_o$$

$$C = K \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

C = Capacitancia cuando el espacio entre las placas está lleno con un dieléctrico (F)

A = Área (m^2)

d = Distancia (m)

K = constante dieléctrica (sin unidades)

Esto se puede escribir como

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

Dónde:

$$\epsilon = K\epsilon_0$$

$$\epsilon_0 = \text{permitividad del vacío } 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}$$

ϵ = Constante dieléctrica ($\epsilon = K\epsilon_0$)

K = constante dieléctrica (sin unidades)

Un capacitor cargado almacena energía eléctrica. Esta energía será igual al trabajo realizado para cargarlo. Por lo tanto la energía potencial eléctrica, (EP) almacenada en un capacitor es:

$$EP = \text{energía } (U) = \frac{1}{2} QV \text{ (Joule)}$$

Donde V es la diferencia de potencial entre las placas y Q es la carga en cada placa. Como $Q=CV$, también se puede escribir.

$$U = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Capacitores o condensadores en serie y en paralelo

A continuación veremos cómo conectar capacitores entre sí en serie, en paralelo y en serie-paralelo es decir conectar en forma mixta.

CAPACITORES EN SERIE

Los capacitores conectados en serie son equivalentes a un capacitor, con una capacitancia llamada **capacitancia equivalente en serie** C_s . En donde todos los capacitores tienen la misma carga Q . La suma de las caídas de voltaje individuales a través de todos los condensadores es igual al voltaje de la fuente o batería (V_T): $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$

La capacitancia equivalente en serie es:

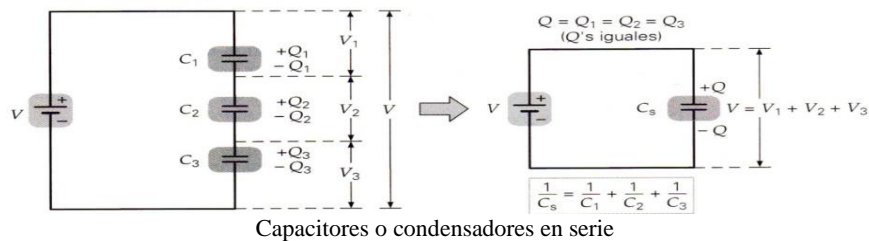
$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Para dos capacitores la capacitancia equivalente en serie se puede calcular también con la siguiente fórmula.

$$C_s = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Para tres capacitores la capacitancia equivalente en serie se puede calcular también con la siguiente fórmula.

$$C_s = \frac{C_1 C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}$$

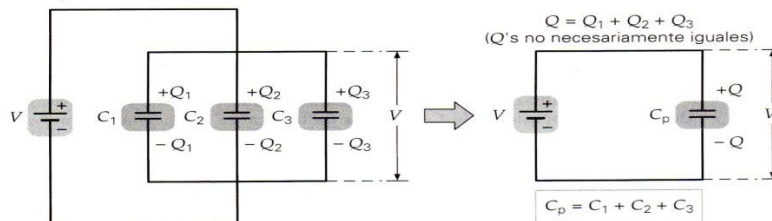


CAPACITORES EN PARALELO

Los capacitores conectados en paralelo son equivalentes a un capacitor, con una capacitancia llamada **capacitancia equivalente en paralelo** C_p . En donde todos los capacitores tienen el mismo voltaje (V). Los voltajes a través de los capacitores son los mismos, y cada voltaje individual es igual al de la fuente o batería (V_T): $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$

La capacitancia equivalente en paralelo es:

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$



CUESTIONARIO CAPACITANCIA

I.- Coloca en el paréntesis la letra de la respuesta correcta.

- 1.- () A los dispositivos diseñados para almacenar carga eléctrica se les llama:
a) Fuente b) Capacitor c) Conductor d) Dieléctrico
- 2.- () La capacitancia es directamente proporcional a la carga que recibe un cuerpo e inversamente proporcional a su:
a) Distancia b) Área c) Potencial eléctrico d) Masa
- 3.- () La capacidad eléctrica en un conductor es una propiedad que depende exclusivamente de:
a) Su geometría b) Su dieléctrico c) Su tamaño d) Su geometría y su dieléctrico
- 4.- () En un capacitor a mayor área, la capacidad es:
a) Cero b) Mayor c) Menor d) No cambia
- 5.- () En un capacitor de placas paralelas, si disminuye la distancia entre las placas, su capacidad:
a) Se hace cero b) Aumenta c) Disminuye d) No cambia
- 6.- () Unidad en que se mide la capacitancia:
a) Volt b) Joule c) Coulomb d) Farad
- 7.- () A la sustancia o material que se coloca entre las placas de un capacitor y que tiene pocas cargas para ceder se le llama:
a) Dieléctrico b) Conductor c) Resistencia d) No tiene nombre
- 8.- () La mica, el papel parafinado y la cerámica son materiales que se conocen como:
a) Capacitores b) Resistencias c) Dieléctricos d) Conductores
- 9.- () Al introducir un dieléctrico entre las placas de un capacitor:
a) Permanece constante su capacitancia b) Disminuye su capacitancia
c) Aumenta su capacitancia d) Su capacitancia se hace cero
- 10.- () Al valor límite de la intensidad de campo eléctrico con el cual un material pierde su propiedad aisladora se le llama:
a) Capacitancia b) Resistencia c) Rigidez dieléctrica d) Tensión
- 11.- () La ecuación con la que se puede calcular la capacitancia es:
a) $C = V/q$ b) $C = M/V$ c) $C = Q/V$ d) $C = Q V$
- 12.- () La ecuación para calcular la energía almacenada en un capacitor es:
a) $K\epsilon_0 A/d$ b) $K\epsilon_0 q^2/C$ c) $1/2 qV$ d) $1/4 q/V$

- 13.- () Unir placas positivas con negativas de capacitores forma un circuito:
 a) Paralelo b) Serie c) Serie y paralelo d) Paralelo y serie
- 14.- () En un agrupamiento de capacitores en serie, la carga total es:
 a) Mayor a la de cualquiera de los elementos b) Igual a la de cualquiera de los elementos
 c) Menor a la de cualquiera de los elementos d) Igual a la suma de la capacitancia de los elementos
- 15.- () En un agrupamiento de capacitores en paralelo la carga total es:
 a) Mayor a cualquiera de los elementos b) La suma de la de los elementos
 c) Igual a cualquiera de los elementos d) Menor a cualquiera de los elementos
- 16.- () En un agrupamiento de capacitores en serie la diferencia de potencial total es:
 a) La suma de las caídas de potencial en cada capacitor
 b) La resta de las caídas de potencial en cada capacitor
 c) La multiplicación de las caídas de potencial de cada capacitor
 d) Igual a la caída de potencial en cada capacitor
- 17.- () En un agrupamiento de capacitores en paralelo la diferencia de potencial total es:
 a) La suma de las caídas de potencial en cada capacitor
 b) La resta de las caídas de potencial en cada capacitor
 c) La multiplicación de las caídas de potencial de cada capacitor
 d) Igual a la caída de potencial en cada capacitor
- 18.- () En la conexión de capacitores en serie la capacitancia equivalente es:
 a) Mayor que cualquiera de sus elementos b) Menor que cualquiera de sus elementos
 c) Igual a cero d) Igual a cualquiera de sus elementos
- 19.- () La razón de la variación del potencial con respecto a la distancia, es la definición de:
 a) Diferencia de potencial b) Superficie equipotencial
 c) Energía potencial d) Gradiente de potencial
- 20.- () Un faradio equivale a:
 a) $\frac{V}{m}$ b) $\frac{C}{V}$ c) $\frac{N}{C}$ d) $\frac{S}{C}$
- 21.- () A la característica que poseen los conductores para almacenar carga con un determinado valor de potencial, se llama:
 a) Rigidez b) Resistividad c) Capacitancia d) Campo

PROBLEMAS CAPACITANCIA

I.- Resuelve correctamente los siguientes problemas.

1.- Un capacitor se carga con $9.6 \times 10^{-9} \text{C}$ al aplicarle entre sus bordes una diferencia de potencial de 1290 V.
¿Calcula su capacitancia y la energía almacenada en el capacitor?

2.- Un capacitor cuyo dieléctrico entre placas es aire, tiene una capacitancia de $3 \mu\text{F}$. Calcula la capacitancia que adquiere al introducirle un dieléctrico cuya constante dieléctrica es $k = 2.8$

3.- Las placas paralelas de un capacitor están separadas por aire y tienen un área de 0.04 cm^2 . Si la capacitancia es de 8 pF ¿Cuál debe ser la separación de las placas?

4.- Un capacitor de placas paralelas tiene un área de 0.5 m^2 en cada una de sus placas; determine:

a) ¿La distancia a la que se deben situar las placas para que su capacitancia con dieléctrico de aire sea 442 pF ?

b) ¿Cuál es el máximo voltaje que se le puede aplicar sin que se rompa el dieléctrico?

5.- Calcular el área de las placas en un capacitor de placas paralelas, que están separadas por aire una distancia de 3 mm y cuya capacitancia es de $2.95 \mu\text{F}$.

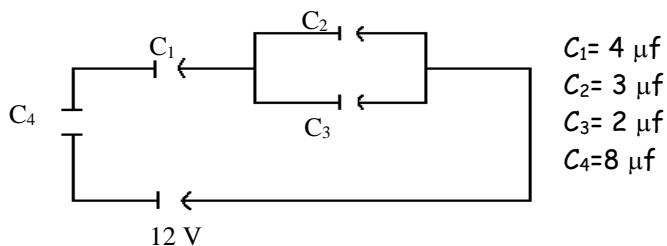
6.- Las láminas de un capacitor plano están separadas 5 mm por un dieléctrico de madera ($k=6$) y tienen un área de 3 m^2 . Si se conectan a una diferencia de potencial de $10,000 \text{ volts}$ determine:

a) ¿La energía almacenada? b) ¿La densidad de carga?

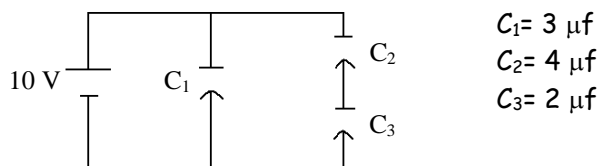
7.- Calcular la energía almacenada en un capacitor de 60 pf al someter sus placas a una diferencia de potencial de 2000 volts .

8.- ¿Cuál es la carga máxima que puede colocarse en una esfera conductora de 520 cm de radio, suponiendo que la rigidez dieléctrica del aire es de 3 MN/C ?

9.- En la siguiente figura se muestra un circuito con capacitores. Determine la carga eléctrica en cada capacitor.



10.- Encuentre la capacitancia equivalente del siguiente circuito y determine el voltaje en cada capacitor.



11.- ¿Cómo se deben conectar cuatro capacitores de $2 \mu\text{F}$ para obtener una capacitancia total de:

a) $8 \mu\text{F}$ b) $2 \mu\text{F}$ c) $0.5 \mu\text{F}$

12.- Considere diversas combinaciones de tres capacitores, cada uno con una capacitancia de $2 \mu\text{F}$.

a) Dibuje el circuito que daría un valor máximo de capacitancia equivalente.

b) Dibuje el circuito para obtener la menor capacitancia equivalente.

c) Dibuje la disposición que daría una capacitancia equivalente a $3 \mu\text{F}$

13.- Un capacitor de placas paralelas genera un campo eléctrico de 3000 N/C , si sus placas circulares tienen un radio de 3.5 cm . y están separadas por una distancia de 3 mm . Determine:

- Su capacitancia.
- La diferencia de potencial presente.
- La carga en cada placa.
- La energía que almacena.

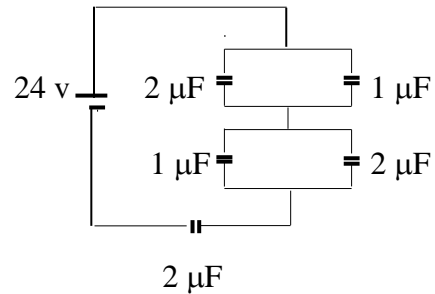
14.- En la siguiente combinación de capacitores. Determine:

- La capacitancia equivalente.

b) La diferencia de potencial entre las placas de cada capacitor.

c) La carga en cada capacitor.

d) La energía total almacenada.



ACTIVIDAD. Investiga y da ejemplos de aplicación en el área industrial, automotriz, y en la medicina

- Capacitores Fijos
- Capacitores variables.
- Capacitores electrolíticos

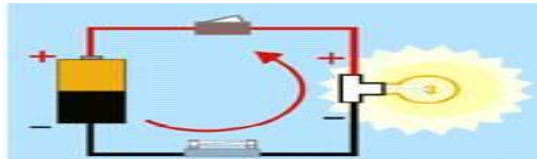
ELECTRODINÁMICA

La electrodinámica consiste en el movimiento de un flujo de cargas eléctricas que pasan de una molécula a otra, utilizando como medio de desplazamiento un material conductor como, por ejemplo, un metal.

Para poner en movimiento las cargas eléctricas o de electrones, podemos utilizar cualquier fuente de fuerza electromotriz (FEM), ya sea de naturaleza química (como una batería) o magnética (como la producida por un generador de corriente eléctrica), aunque existen otras formas de poner en movimiento las cargas eléctricas. Cuando aplicamos a cualquier circuito eléctrico una diferencia de potencial, tensión o voltaje, suministrado por una fuente de fuerza electromotriz, las cargas eléctricas o electrones comienzan a moverse a través del circuito eléctrico debido a la presión que ejerce la tensión o voltaje sobre esas cargas, estableciéndose así la circulación de una corriente eléctrica cuya intensidad de flujo se mide en amper (A).

CORRIENTE ELÉCTRICA

Lo que conocemos como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del **polo negativo al polo positivo** de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM).

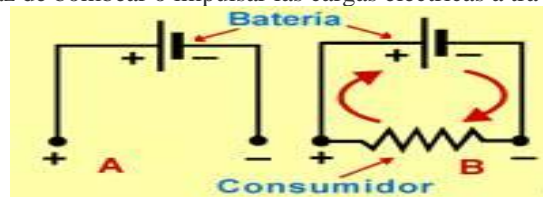


En un circuito eléctrico cerrado la corriente circula siempre del **polo negativo al polo positivo** (sentido real de la corriente) de la fuente de fuerza electromotriz. (FEM). y el (sentido convencional) de circulación de la corriente eléctrica por un circuito es a la inversa, o sea, **del polo positivo al negativo** de la fuente de FEM.

FUERZA ELECTROMOTRIZ

Se da el nombre de fuerza electromotriz (F.E.M.) a la diferencia de potencial entre los dos polos de un generador; por ejemplo, entre el cobre y el cinc de un elemento de la pila de Volta

La fuerza electromotriz o voltaje se mide en voltios. Es decir se denomina fuerza electromotriz (FEM) a la energía proveniente de cualquier fuente, medio o dispositivo que suministre corriente eléctrica. Para ello se necesita la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos o polos (uno negativo y el otro positivo) de dicha fuente, que sea capaz de bombear o impulsar las cargas eléctricas a través de un circuito cerrado.

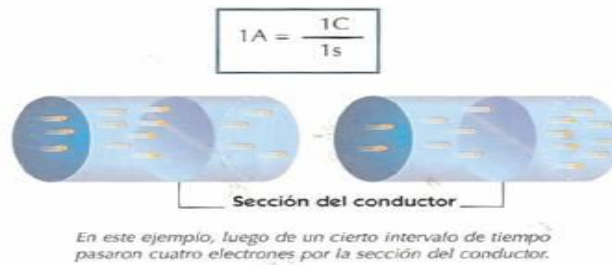


Intensidad de una corriente eléctrica

Se define como la cantidad de cargas eléctricas que atraviesa cada segundo una sección de un conductor por unidad de tiempo.

$$I = Q/t = \text{carga/tiempo} = \text{Amper}$$

El amperio es la corriente que fluye en un conductor cuando una carga de un coulomb pasa por una sección de un segundo. Esto significa que cuando se establece una corriente de 1 amper en un conductor, fluyen 6.25×10^{18} electrones en un segundo.



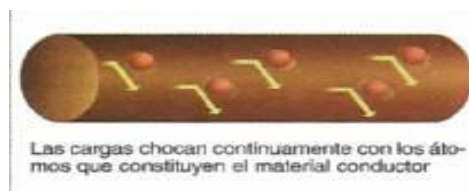
CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Un circuito eléctrico está formado por un conjunto de elementos conectados entre sí, de tal manera que constituyen “un camino” que permite la circulación de la corriente eléctrica. Si uno de los elementos no está conectado, el circuito queda abierto y la corriente se interrumpe. En un circuito cerrado, la corriente eléctrica viaja ininterrumpidamente y puede volver al mismo punto de partida.



Resistencia Eléctrica

Los electrones de una corriente eléctrica, al avanzar dentro del conductor, chocan frecuentemente contra los átomos del metal. Como éstos permanecen fijos, los electrones se frenan, es decir que se produce una resistencia a su avance.



La resistencia eléctrica de un conductor es la medida de su capacidad de frenar a los electrones que forman una corriente eléctrica que circula por él.

Todos los materiales se oponen, de alguna manera, al paso de las cargas eléctricas, incluso los conductores. Esta resistencia se produce porque las cargas eléctricas, que forman parte de la corriente, al moverse, van chocando con las partículas que constituyen el material (que se encuentran relativamente en reposo). Estos choques frenan, en cierta medida, el movimiento de las cargas.

LEY DE OHM

Para un conductor metálico a temperatura constante, la corriente varía linealmente con el voltaje

$$R = V / I = \text{volt/metro} = \text{ohm}$$

Esta relación se conoce como ley de ohm la razón constante V/I se llama resistencia (R).ohm descubrió que para un resistor dado, a una temperatura particular, la corriente es directamente proporcional al voltaje aplicado la resistencia se mide en ohmios.

POTENCIA ELÉCTRICA

En mecánica se define a la potencia como la rapidez como se efectúa trabajo o la rapidez a la cual se transforma la energía de una forma a otra esto es:

$$\text{Potencia (P)} = \text{Trabajo (w)}/\text{Tiempo (t)} \quad \text{Watt(W)} = \text{Joule(J)}/\text{Segundo(s)}$$

Es posible expresar la potencia utilizando otras fórmulas, recordando que la diferencia de potencial es el trabajo por unidad de carga ($V = W/Q$) y que la intensidad de corriente es razón entre la carga y el tiempo ($I = Q/T$) entonces la energía es: $W = QV$ sustituyendo valores con la ley de ohm queda la potencia:

$$P = I^2R = V^2/R$$

EL EFECTO JOULE

Cuando una corriente eléctrica circula por un conductor genera calor. Eso se debe a que los electrones que forman la corriente eléctrica chocan contra los átomos del metal del filamento. Al igual que cuando golpeamos o frotamos nuestras manos entre sí, estos choques producen calor.

La producción de calor por una comente eléctrica se denomina **efecto Joule**. La cantidad de calor (Q) que se disipa en una resistencia(conductor) se determina por la siguiente expresión

$$Q = 0.24Pt$$

Donde Q se expresa en calorías

RESISTIVIDAD

La resistencia de una muestra de material no solo depende del material de que está hecho, sino también de su temperatura y de sus dimensiones. Se define para los materiales una propiedad llamada **resistividad del material**.

$$\text{Resistividad } (\rho) = \text{Resistencia(R)} \times \text{Área(A)} / \text{longitud}$$

$$\rho = RA/L$$

La resistividad se mide en ohm x metros ($\Omega \cdot m$). El reciproco de la resistividad es la conductancia.

$$\text{Conductancia} = 1/\rho = \text{siemens/metro} = (\text{s.m}^{-1})$$

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

Para la mayoría de los conductores metálicos, la resistencia tiende a aumentar con un incremento de temperatura. Cuando aumenta el movimiento atómico y molecular en el conductor, se obstaculiza el flujo de carga. El incremento en la resistencia para la mayoría de los metales es aproximadamente lineal cuando se compara con los cambios de temperatura. Los experimentos han mostrado que el aumento en la resistencia es proporcional a la resistencia inicial y al cambio de temperatura.

$$\Delta R = \alpha R_0 \Delta t$$

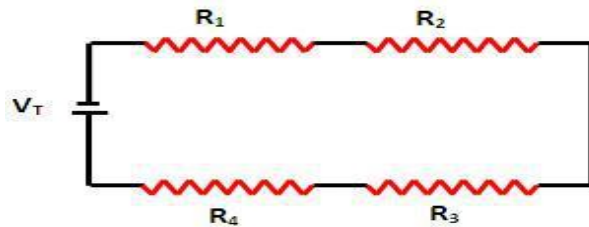
Donde la constante (α) es una característica del material y se conoce como coeficiente de temperatura de la resistencia. Su unidad es ($1 / ^\circ\text{C}$)

AGRUPAMIENTO DE RESISTORES EN SERIE

Resistencias en serie es una configuración de conexión en la que los extremos de las resistencias se conectan secuencialmente ($R_1 + R_2 + R_3 + R_4$). Es decir un extremo de R_1 se conecta a R_2 y así sucesivamente hasta formar una trayectoria cerrada con la fuente de alimentación.

En función de las resistencias conectadas en serie, el valor total de la resistencia (R), corriente (I) y voltaje (V) se obtiene con las siguientes expresiones:

Circuito conexión de resistencias en serie:

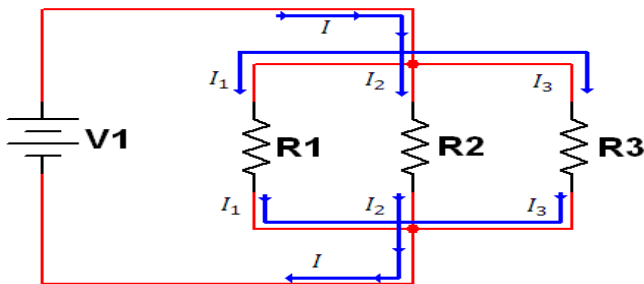


$$\begin{aligned} R_T &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \\ I_T &= I_1 = I_2 = I_3 = I_4 \\ V_T &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \end{aligned}$$

AGRUPAMIENTO DE RESISTORES EN PARALELO

Resistencias en paralelo. Es una configuración de conexión en la que los extremos de las resistencias se conectan con los extremos de la fuente de alimentación generando diferentes nodos de conexión, el voltaje total (V_1) es el mismo que se mide en cada una de las resistencias, sin embargo, la corriente total es la suma de cada una de las corrientes que recorren a cada resistor.

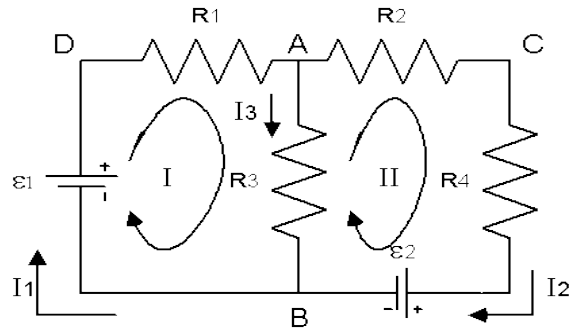
Circuito conexión de resistencias en paralelo:



$$\begin{aligned} \frac{1}{R_T} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ \text{Para 2 resistencias; } R_T &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ I_T &= I_1 + I_2 + I_3 \\ V_T &= V_1 = V_2 = V_3 \end{aligned}$$

LEYES DE KIRCHHOFF

Muchas redes de resistores prácticos no se pueden reducir a combinaciones sencillas en serie y en paralelo, no necesitamos ningún principio nuevo para calcular las corrientes en esas redes pero hay algunas técnicas o reglas desarrolladas por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff y son:



Primera ley de Kirchhoff o llamada también ley de los nodos: “La suma algebraica de las corrientes que entran a un nodo es **cero**” es decir:

[Valida en cualquier nodo (se le conoce como uniones)]

$$\Sigma I = 0$$

Segunda ley de Kirchhoff o llamada también ley de las mallas:” La suma algebraica de las diferencias de potencial en cualquier trayectoria cerrada” incluyendo las asociadas con fuentes de fem y elementos de resistencias, debe ser **cero** es decir es decir:

$$\Sigma \mathcal{E} = 0$$

La regla de los nodos se basa en la conservación de la carga eléctrica, como no se puede acumular carga en un nodo, la carga total que entra en un nodo por unidad de tiempo debe ser igual a la que sale

ACTIVIDAD 1

¿Cuántos moles hay en un metro cúbico de cobre?: _____

¿Cuántos electrones libres hay en un metro cúbico de cobre? : _____

ACTIVIDAD 2.

Construya una pila de volta utilizando electrones de cobre y de zinc y como electrolito cualquier tipo de vegetal, como limón, papa, manzana.

Encienda una lámpara de linterna o un led. Acerque las terminales de los electrodos a su lengua. Escriba sus observaciones.

ACTIVIDAD 3

Escriba una monografía relativa a las formas y materiales con que se construyen las resistencias, incluye el código de colores que se emplea en electrónica para la lectura de los valores de las resistencias.

CUESTIONARIO ELECTRODINÁMICA

Ley de Ohm y Corriente eléctrica

- 1.- () La relación de la carga entre la unidad de tiempo define a la:
a) Intensidad de corriente b) Resistencia
c) Voltaje d) Resistividad
- 2.- () Unidad usada para medir la intensidad de corriente en el sistema internacional:
e) Ohm f) Volt g) Ampere h) Watt
- 3.- () Al sentido del movimiento de las cargas eléctricas desde la terminal positiva a la Terminal negativo en un circuito eléctrico se le conoce como:
i) Corriente real j) Corriente alterna
k) Corriente convencional m) Corriente de retorno
- 4.- () La intensidad de corriente en un alambre conductor aumenta cuando:
n) Aumenta el voltaje o) Disminuye el voltaje
p) Se incrementa la longitud del alambre q) Disminuye el área del alambre
- 5.- () En un circuito eléctrico la oposición al paso de la corriente se llama:
r) Resistividad s) Resistencia t) Conductancia v) Conductividad
- 6.- () La resistividad es conocida como la resistencia específica de los materiales y su Unidad es:
w) Volt x Ampere x) Ohm x metro y) Ohm / Volt z) Volt / Ampere
- 7.- () La resistencia eléctrica de un alambre conductor aumenta cuando:
a) Aumenta su longitud b) Aumenta su área
c) Disminuye su longitud d) disminuye su temperatura.
- 8.- () La resistencia eléctrica de un conductor metálico es una propiedad que depende De la:
e) Unidad en que se mide
f) Diferencia de potencial a la que se somete
g) Corriente eléctrica que fluye a través del conductor
h) Sustancia que lo constituye y dimensiones
- 9.- () La ecuación que representa a la ley de Ohm es:
i) $I = VR$ j) $V = IR$ k) $R = VI$ l) $V = I^2R$
- 10.- () Dos alambres de cobre A y B tienen la misma longitud pero el área de A es la Mitad del área de B. La resistencia de A comparada con la resistencia de B es:
m) El doble n) La mitad o) Es la misma p) Infinita

- 11.- () En un experimento de laboratorio se obtuvo una circulación de corriente de 2.5 A Cuando se aplicó un voltaje de 25 V a un circuito. ¿Cuál es el valor de la resistencia en el circuito?
q) 0.10Ω r) 10Ω s) 62.5Ω t) 12.5Ω
- 12.- () En un circuito de resistencias en paralelo, a medida que se incrementa el número De elementos, la resistencia equivalente:
u) Aumenta v) Permanece Constante w) Disminuye x) No tiene respuesta
- 13.- () En un circuito de resistencias en serie, a medida que se incrementa el número de Elementos, la corriente que suministra la fuente:
a) Disminuye b) Aumenta
c) permanece constante d) No puede anticiparse la respuesta
- 14.- () En un circuito de resistencias en serie, a medida que se incrementa el número de Elementos, la resistencia equivalente:
f) Aumenta g) No puede anticiparse respuesta
h) Disminuye i) Permanece constante
- 15.- () En un circuito de resistencias en paralelo, a medida de que se incrementa el Número de elementos, la corriente que sale de la fuente es:
j) Menor k) Mayor l) Permanece Constante m) Igual en cada elemento
- 16.- () En un arreglo de resistencias en serie, la resistencia equivalente comparada con La de un arreglo de resistencias en paralelo es:
n) Mayor o) Menor p) Igual q) Infinita
- 17.- () En la instalación eléctrica de una casa se conectan simultáneamente varios Aparatos electrónicos, cuando la corriente es muy alta el fusible se quema, concluimos que esto sucedió porque:
r) La potencia disminuyó s) El voltaje se elevó demasiado
t) Aumentó la resistencia v) La corriente aumentó considerablemente.
- 18.- () El valor de la potencia eléctrica se determina como:
w) $P = V R$ x) $P = V I$ y) $P = IR$ z) $P = I R V$
- 19.- () El trabajo realizado en la unidad de tiempo define a:
a) Intensidad de corriente b) Fuerza electromotriz
c) resistencia eléctrica d) Potencia eléctrica
- 20.- () Unidad en que se mide la potencia eléctrica:
e) Volt f) Watt g) Ampere h) Ohm

PROBLEMAS ELECTRODINÁMICA

I.- Resuelve correctamente los siguientes problemas:

1.- Un circuito eléctrico se conecta a una diferencia de potencial de 80 Volts que produce una corriente de 6 Amperes en el circuito. Si el voltaje aumenta a 120 Volts, ¿Cuál es la nueva intensidad de corriente?

$$R = 9 \text{ A}$$

2.- En un circuito eléctrico se conecta una resistencia de 47Ω a una fuente de 85 Volts. Determina:

a) El valor de la intensidad de corriente en la resistencia.

b) El número de electrones requerido para formar esta corriente

$$R = 1.8 \text{ A}, 11.25 \times 10^{18} e$$

3.- ¿Cuál será el voltaje aplicado a una resistencia de 120Ω si la intensidad de corriente que circula a través de ella es de 500 mA? $R = 60 \text{ volt}$

4.- Hallar la resistencia de una varilla de cobre de 4 m de longitud y 10 mm de diámetro, si la resistividad del cobre es de $1.756 \times 10^{-8} \Omega\text{-m}$. $R = 89477.70 \text{ ohm}$

5.- Un alambre tiene 3 mm de diámetro y 150 m de longitud. ¿Cuál es su resistencia?

$$(\rho = 5.5 \times 10^{-8} \Omega - \text{m}) R = 1.16 \text{ ohm}$$

6.- Un calefactor eléctrico consume 10 amperes cuando se le conecta a una fuente de 120 volts ¿Cuál es la potencia del dispositivo? $R = 12 \text{ ohm}$

7.- Un foco de 100 watts se conecta a una toma de 120 volts ¿Qué corriente consume?, ¿Cuál es la potencia del dispositivo? $R = .833 \text{ A}, 100 \text{ watts}$

8.- Un horno eléctrico se conecta a una línea de 115 volts para que consuma una corriente de 12 amperes. ¿Cuál será la

potencia del horno?, ¿Cuál será su resistencia eléctrica? $R = 1380 \text{ watts}, 9.58 \text{ ohm}$

9.- Determina la energía disipada por una resistencia de 220Ω , cuando se conecta a una diferencia de potencial de 117 volts durante 1.5 hr. Expresa el resultado en Joules y calorías.

10.- Dos resistencias de 12Ω y 5Ω están conectadas en serie a una batería de 18 volts. Determina:

a) La resistencia total del circuito

b) La intensidad de corriente en el circuito

c) La diferencia de potencial y la corriente en cada una de las resistencias

$$R = \text{a) } 17 \text{ ohm}, \text{ b) } 1.05 \text{ A}, 1.05 \text{ A}, \text{ c) } 12 \text{ volt}, 22.5 \text{ volt.}$$

11.- Dos resistencias de 6Ω y 12Ω están conectadas en paralelo a una batería de 12 volts. Determina:

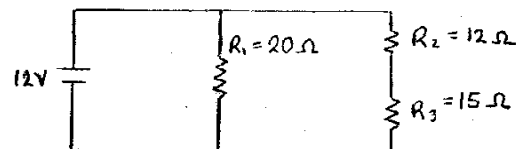
a) La resistencia total del circuito

b) La intensidad de corriente y el voltaje en cada una de las resistencias.

$$R = \text{a) } 18 \text{ ohm}, \text{ b) } 1 \text{ A}, 12 \text{ volt.}$$

12.- En los circuitos siguientes, determina la resistencia total de cada circuito, así como la intensidad de corriente y el voltaje en cada una de las resistencias.

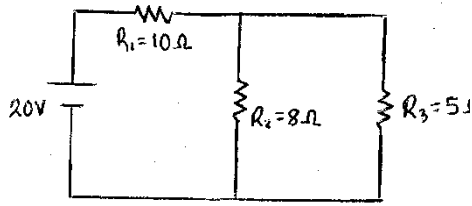
a)



$$R_t = 11.66 \text{ ohm}, I_r = 1.028 \text{ A}, I_1 = 0.6 \text{ A}, I_{2,3} = 0.43 \text{ A}, V_1 = 12 \text{ volt}, V_2 = 5.16 \text{ volt}, V_3 = 6.45 \text{ volt.}$$

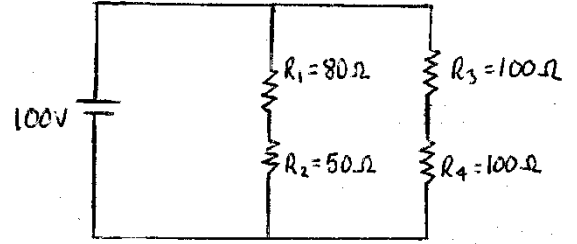
13.-Resuelve los circuitos (f),(g) por leyes de kirchoff.

b)



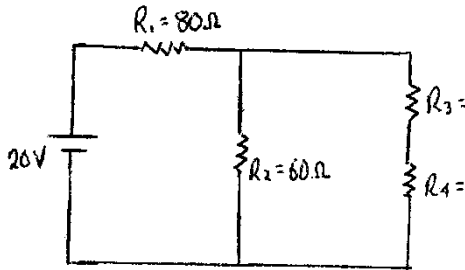
$I_r = 6.5 \text{ A}$, $I_1 = 1.53 \text{ A}$, $I_2 = 0.587 \text{ A}$, $I_3 = 0.94 \text{ A}$,
 $V_1 = 15.3 \text{ volt}$, $V_2 = 4.7 \text{ volt}$, $V_3 = 4.7 \text{ volt}$.

d)



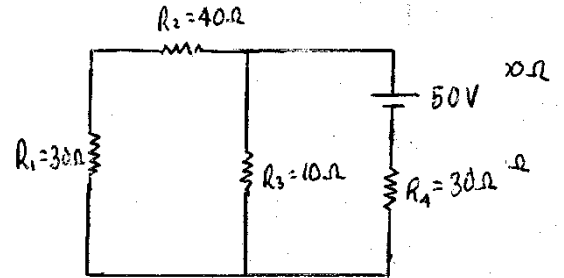
$I_r = 1.27 \text{ A}$, $I_1 = 0.77 \text{ A}$, $I_2 = 0.77 \text{ A}$, $I_{3,4} = 0.5 \text{ A}$,
 $V_1 = 61.5 \text{ volt}$, $V_2 = 38.5 \text{ volt}$, $V_3 = 50 \text{ volt}$,
 $V_4 = 50 \text{ volt}$

c)



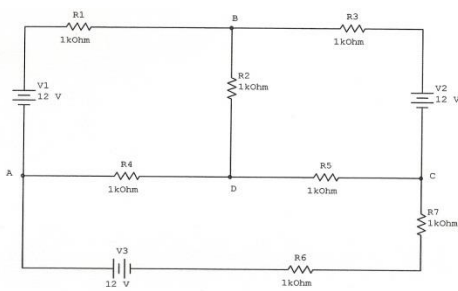
$I_r = 0.157 \text{ A}$, $I_1 = 0.157 \text{ A}$, $I_2 = 0.123 \text{ A}$, $I_{3,4} = 0.033 \text{ A}$,
 $V_1 = 12.6 \text{ volt}$, $V_2 = 7.4 \text{ volt}$, $V_3 = 3.3 \text{ volt}$,
 $V_4 = 3.96 \text{ volt}$

e)

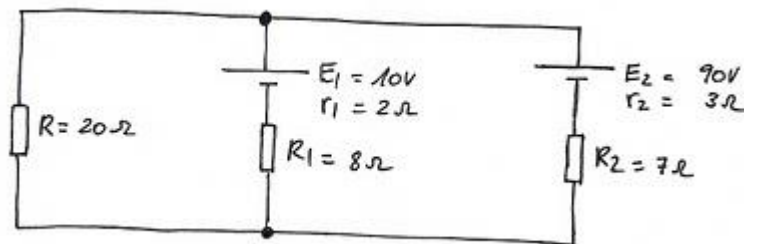


$I_r = 1.3 \text{ A}$, $I_1 = 0.162 \text{ A}$, $I_2 = 0.162 \text{ A}$, $I_3 = 1.138 \text{ A}$,
 $I_4 = 1.3 \text{ A}$, $V_1 = 4.86 \text{ volt}$, $V_2 = 6.48 \text{ volt}$, $V_3 = 11.38 \text{ volt}$,
 $V_4 = 39 \text{ volt}$

f)



g)



$I_1 = -2 \text{ A}$, $I_2 = 5 \text{ A}$, $I_3 = -3 \text{ A}$

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Francis W. Sears y Mark W. Zemansky. Física Universitaria, Ed. Pearson Educación, Novena edición, México 1996.
- 2.- Giancoli, Douglas C. Física, Principios con aplicaciones, Ed. Pearson Prentice Hall, sexta edición, México 2007.
- 3.-Halliday y Resnick, Fundamentos de Física, Ed. C.E.C.S.A
- 4.-Tippens e. paw, Física conceptos y aplicaciones, Ed. Mc Graw Hill, Séptima edición, México 2007.
- 5.-Paul G. Hewitt, Física conceptual Ed. Pearson, México 2005.
- 6.- Alonso y Rojo, Física Campos y Ondas, Ed. Interamericana, México 1988.
7. - Wilson Buffa, Física, Ed. Pearson Prentice Hall. Mexico 2003.
- 8.- Física general, Antonio Maximo Alvarenga, Ed. Oxford University. México 1998