



**Vive tu propósito**

# **FÍSICA II**

**GUÍA DE TRABAJO**

**VISIÓN**

*Ser una de las 10 mejores universidades privadas del Perú al año 2020, reconocidos por nuestra excelencia académica y vocación de servicio, líderes en formación integral, con perspectiva global; promoviendo la competitividad del país.*

**MISIÓN**

*Somos una universidad privada innovadora y comprometida con el desarrollo del Perú, que se dedica a formar personas competentes, integras y emprendedoras, con visión internacional, para que se conviertan en ciudadanos responsables e impulsen el desarrollo de sus comunidades, impartiendo experiencias de aprendizaje vivificantes e inspiradores; y generando una alta valoración mutua entre todos los grupos de interés*

## PRESENTACIÓN

La **física** es una ciencia natural que estudia las propiedades del espacio, el tiempo, la materia, la energía, así como sus interacciones.

La física no es sólo una ciencia teórica; es también una ciencia experimental. Como toda ciencia, busca que sus conclusiones puedan ser verificables mediante experimentos y que la teoría pueda realizar predicciones de experimentos futuros. Dada la amplitud del campo de estudio de la física, así como su desarrollo histórico en relación a otras ciencias, se la puede considerar la ciencia fundamental o central, ya que incluye dentro de su campo de estudio a la química, la biología y la electrónica, además de explicar sus fenómenos.

Las competencias a desarrollar son: Analiza y aplica los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física, con una visión global y un manejo científico básico, demostrando una actitud crítica con respecto a la información producida y recibida.

Identifica los fenómenos cotidianos, físicos, y tecnológicos; aplicando sus conocimientos de los fenómenos ondulatorios, mecánicos, térmicos, electromagnéticos, ópticos y la relatividad, reconociendo el valor de cada uno como una forma de investigación científica y sus consecuencias.

En general, los contenidos propuestos en el texto universitario, se dividen en dieciséis capítulos: Movimiento periódico, mecánica de fluidos, ondas mecánicas, calor y termodinámica, carga eléctrica y campo eléctrico, ley de Gauss, corriente, resistencia y fuerza electromotriz, circuitos de corriente continua, campo magnético y fuerzas magnéticas, inducción electromagnética, inductancia y corriente alterna, ondas electromagnéticas, óptica y física moderna, desarrollados a partir del texto (Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young y Roger A. Freedman. **Física Universitaria**. Vol 1 y 2. XI Edición Pearson Education; México; 2006.).

Se recomienda al estudiante desarrollar ejercicios relacionados con el cálculo integral; así como una permanente lectura de estudio junto a una minuciosa investigación de campo, vía internet, la consulta a expertos y los resúmenes. El contenido del material se complementará con las lecciones presenciales y a distancia que se desarrollan en la asignatura.

Deseo expresar mi agradecimiento a las personas que confiaron en encomendarme la elaboración del presente material de estudio, el cual será de gran utilidad en el desempeño académico del estudiante.

El Autor

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN	03
ÍNDICE	04
PRIMERA UNIDAD: MECÁNICA DE FLUIDOS Y TERMODINAMICA	
Guía de Práctica Nº 1 : Mecánica de fluidos	09
Guía de laboratorio Nº1: Principio de Arquímedes	12
Guía de Práctica Nº 2 : Termodinámica	19
SEGUNDA UNIDAD: ELECTRICIDAD (ELECTROSTATICA Y ELECTRODINAMICA)	
Guía de Práctica Nº 3 : Carga eléctrica y campo eléctrico	25
Guía de Práctica Nº 4 : Ley de Gauss	29
Guía de laboratorio Nº2: Campo eléctrico	33
Guía de Práctica Nº 5 : Potencial eléctrico	40
Guía de laboratorio Nº3: Instrumentación Básica	42
Guía de Práctica Nº 6 : Capacidad eléctrica	49
Guía de laboratorio Nº4: Carga y descarga de un condensador	52
Guía de Práctica Nº 7 : Corriente, Resistencia y Fuerza electromotriz	59
Guía de laboratorio Nº5: Circuitos serie-paralelo	61
Guía de Práctica Nº 8 : Circuitos de corriente continua	68
Guía de laboratorio Nº6: Leyes de Kirchhoff	70
TERCERA UNIDAD: ELECTROMAGNETISMO	
Guía de Práctica Nº 9 : Campo Magnético y Fuerza Magnética.	76
Guía de Práctica Nº 10 : Fuentes de Campo.	81
Guía de laboratorio Nº7 : Líneas de campo magnético.	83
Guía de Práctica Nº 11 : inducción magnética.	87
Guía de Práctica Nº 12 : inductancia.	92
Guía de laboratorio Nº8 : Motor y generador eléctrico.	95
Guía de Práctica Nº 13 : Circuitos de corriente alterna.	102
Guía de Práctica Nº 14 : Ondas electromagnéticas.	107
Guía de laboratorio Nº9 : Instalación de carga en circuitos de corriente alterna.	109
CUARTA UNIDAD: OPTICA Y FISICA MODERNA	
Guía de Práctica Nº 15 : Óptica	114
Guía de laboratorio Nº10 : Manejo de osciloscopio	115
BIBLIOGRAFIA	118

**Semana 01**
**TEMA 01**
**MECÁNICA DE FLUIDOS**

La mecánica de fluidos es parte de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo y en movimiento.

La mecánica de fluidos se divide en la estática de fluidos (hidrostática) y la dinámica de fluidos (hidrodinámica).

Hidrostática estudia los fluidos en reposo,

Hidrodinámica estudia los fluidos en movimiento.

Estudiaremos la estática de fluidos; es decir, el estudio de fluidos en reposo en situaciones de equilibrio. Al igual que otras situaciones de equilibrio, ésta se basa en la primera y la tercera ley de Newton.


**Densidad ( $\rho$ )**

La densidad, se define como su masa por unidad de volumen.

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

Unidad (S. I.): kg/m<sup>3</sup>

Siendo: m= Masa (kg)  
V= Volumen en (m<sup>3</sup>)

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
Aire (1 atm, 20°C)	1,20
Hielo	0,92x10 <sup>3</sup>
Agua	1,00x10 <sup>3</sup>
Agua de mar	1,03x10 <sup>3</sup>
Mercurio	13.6x10 <sup>3</sup>

**Peso específico ( $\gamma$ )**

Se define como el peso por unidad de volumen

$$\gamma = \frac{\omega}{V}$$

Unidad: N/m<sup>3</sup>

Siendo:  $\omega$  = Peso (N).  $\omega = mg$   
V= Volumen (m<sup>3</sup>)  
g= Gravedad 9,8 m/s<sup>2</sup>

**Relación de peso específico y densidad**

Si:  $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$ . Además:  $\gamma = \frac{\omega}{V} = \frac{mg}{V} = \frac{\rho V g}{V} \Rightarrow \boxed{\gamma = \rho g}$

**Problema 1:** Un tubo cilíndrico hueco de cobre mide 1.50 m de longitud, tiene un diámetro exterior de 3.50 cm y un diámetro interior de 2.50 cm. ¿Cuánto pesa?

**Solución:**

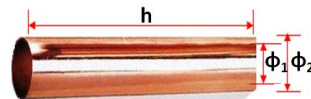
Datos: h= 1,5 m

$\phi_2 = 3,5 \text{ cm} = 3,5 \times 10^{-2} \text{ m}$

$\phi_1 = 2,5 \text{ cm} = 2,5 \times 10^{-2} \text{ m}$

Hallar: a) Peso:  $\omega = ?$

**Gráfico:**



En tablas:

Densidad para el cobre:  
 $\rho = 8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Por teoría:

$$\omega = mg \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$V = \pi r^2 h = \frac{1}{4} \pi \phi^2 h \quad \dots\dots\dots (3)$$

Volumen real:  $V = V_2 - V_1$

$$V = \frac{1}{4} \pi \phi_2^2 h - \frac{1}{4} \pi \phi_1^2 h = \frac{1}{4} \pi h (\phi_2^2 - \phi_1^2)$$

Reemplazando en ec. (1):  $\omega = \rho V g \Rightarrow \omega = \rho \left[ \frac{1}{4} \pi h (\phi_2^2 - \phi_1^2) \right] g \Rightarrow \omega = \frac{1}{4} \pi \rho h g (\phi_2^2 - \phi_1^2)$

$$\omega = \frac{1}{4} \pi (8,9 \times 10^3) (1,5) (9,8) [(3,5 \times 10^{-2})^2 - (2,5 \times 10^{-2})^2] \Rightarrow \omega = 61,65 \text{ N}$$

**Presión(P)**

Si la presión es la misma en todos los puntos de una superficie plana finita de área A:

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

Unidad: Pascal.  $1 \text{ Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Siendo: F=Fuerza (N)  
A= Área o superficie ( $\text{m}^2$ )  
 $F \perp A$



Si la presión varía sobre un área; la presión está dado por:

$$P = \frac{dF}{dA}$$

Presión con relación a la altura:  $dP = -\rho g dy$  Siendo: y= Altura (m)

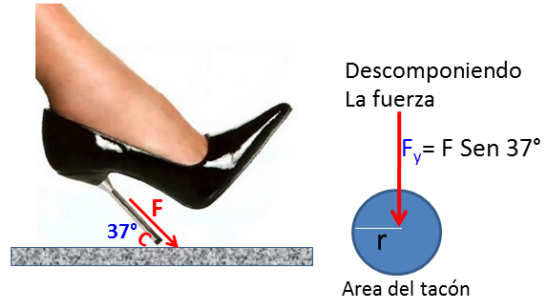
**Problema 02:** Una mujer de 50 kg se balancea sobre uno de los altos tacones de sus zapatos; con una inclinación de  $37^\circ$  con la horizontal. Si el tacón es circular con radio de 0,5 cm, ¿qué presión ejerce la mujer sobre el piso?

**Solución:**

Datos:  $m = 150 \text{ kg}$   
 $\alpha = 37^\circ$   
 $R = 0,5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$   
Hallar:  
a) Presión:  $P = ?$

**Solución:**

Datos:  $m = 150 \text{ kg}$   
 $\alpha = 37^\circ$   
 $R = 0,5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}$   
Hallar: a) Presión:  $P = ?$   
Por teoría:  $P = \frac{F}{A}$  ..... (1)  
Siendo:  $F \perp A$   
 $F = \omega \Rightarrow \omega = m g$   
 $A = \pi r^2$

**Gráfico:**


Reemplazando en ec. (1):  $P = \frac{F}{A} = \frac{F \text{ Sen } 37^\circ}{\pi r^2} \Rightarrow P = \frac{m g \text{ Sen } 37^\circ}{\pi r^2}$

$$P = \frac{(50)(9,8)(3/5)}{\pi (5 \times 10^{-3})^2}$$

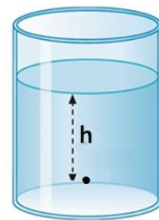
$$P = 3,74 \times 10^6 \text{ Pa}$$

**Presión en un fluido**

Cuando un fluido (ya sea líquido o gas) está en reposo, ejerce una fuerza perpendicular a cualquier superficie en contacto con él, como la pared de un recipiente o un cuerpo sumergido en el fluido.

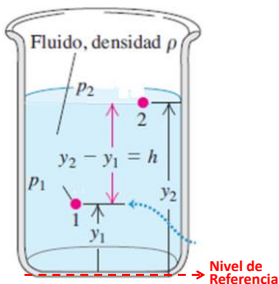
Siendo:  $P = \frac{F}{A}$ ; Siendo:  $F = m g$ ;  $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$ ;  $V = Ah$

Reemplazando:  $P = \frac{\rho V g}{A} = \frac{\rho A h g}{A} \Rightarrow P_{\text{hidrostatica}} = \rho g h$


**Variación de la presión con la profundidad**

Como bien saben los buzos, la presión del agua aumenta con la profundidad. Del mismo modo, la presión atmosférica disminuye con la altura creciente.

La presión **P** en cualquier punto de un fluido en reposo y la altura **y** del punto; está dado por la ecuación:  $dP = -\rho g dy$



Ordenando la ecuación para integrar:  $dP = -\rho g dy$

Integrando:  $\int_{P_1}^{P_2} dP = \int_{y_1}^{y_2} -\rho g dy \Rightarrow P_2 - P_1 = -\rho g (y_2 - y_1)$

Como:  $h = y_2 - y_1$ ; entonces la presión en un fluido de densidad uniforme será:

$$P_1 = P_2 + \rho g h \quad \text{Dónde: } P_2 = P_{\text{atm}}$$

$$P_1 = P_{atm} + \rho g h$$

Siendo:  $P_1$  = Presión total o absoluta

**Problema 3:** Un hombre bucea en el mar ( $\rho_{\text{agua de mar}} = 1,03 \text{ g/cm}^3$ ) a 50 m de profundidad. a) Calcula el valor de la presión hidrostática en la profundidad indicada. b) La presión total que soporta el buzo ; si la presión atmosférica es  $10 \times 10^4 \text{ Pa}$ .

**Solución:**

Datos:  $h = 250 \text{ m}$

Hallar: a)

$P_{\text{Hidrostática}} = ?$

$$\rho = 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left( \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \right) \left( \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^3 = 1030 \text{ kg/m}^3$$

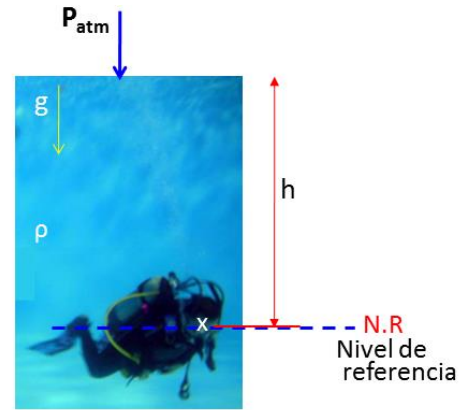
Hallar: a)  $P_{\text{Hidrostática}} = ?$

Por teoría:  $P_{\text{hidrostática del fluido}} = \rho_{\text{agua de mar}} g h$

$$P_{\text{hidrostática del fluido}} = (1030)(9,8)(50)$$

$$P_{\text{Hidrostática}} = 5,05 \times 10^5 \text{ Pa} // \text{Rpta.}$$

**Gráfico:**



Pgta b) La presión total que soporta el buzo sería:

$$P_{atm} = 10 \times 10^4 \text{ Pa}$$

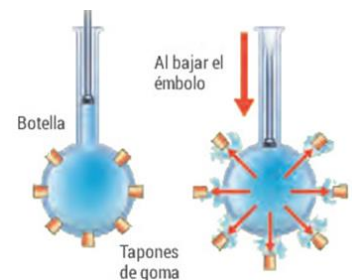
En el nivel de referencia:  $P_x = P_{atm} + P_{\text{hidrostática del fluido}}$

$$P_x = 10 \times 10^4 + 5,05 \times 10^5 = 6,05 \times 10^5 \text{ Pa}$$

### Principio de pascal

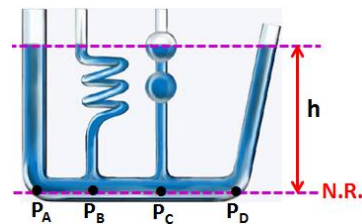


La presión ejercida por un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido.



### Vasos comunicantes

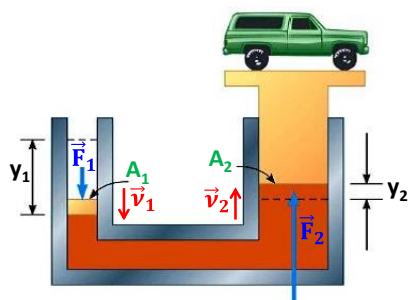
Los vasos comunicantes son recipientes con líquidos que alcanzan la misma altura sin importar la forma y el tamaño que los contienen.



En la línea isobárica (nivel de referencia), las presiones son iguales.

$$\text{En la línea isobárica: } P_A = P_B = P_C = P_D = P_{hid} = \rho g h$$

### Prensa hidráulica



Del gráfico:  $P_1 = P_2$

$$\text{Como: } P = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Volumen desplazado:  $V_1 = V_2$

Desplazamiento:  $y = v t$

Relaciones: 
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{y_2}{y_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

**Problema 4:** Los pistones pequeño y grande de una prensa hidráulica tienen diámetros de 4 cm y 12 cm. ¿Qué fuerza de entrada se requiere para levantar un peso de 4000 N con el pistón de salida?

**Solución:**

Datos:

- $\phi_1 = 4 \text{ cm}$        $r = 2 \text{ cm}$
- $\phi_2 = 12 \text{ cm}$      $r = 6 \text{ cm}$
- $F_2 = 4000 \text{ N}$
- Hallar:  $F_1 = ?$

**Solución:**

Datos:

- $\phi_1 = 4 \text{ cm}$        $r = 2 \text{ cm}$
  - $\phi_2 = 12 \text{ cm}$      $r = 6 \text{ cm}$
  - $F_2 = 4000 \text{ N}$
  - Hallar:  $F_1 = ?$
- Por teoría:  
Prensa hidráulica

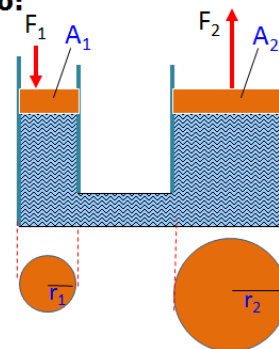
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow F_1 = \frac{F_2 A_1}{A_2}$$

Area:  $A = \pi R^2$

Reemplazando en ec.  $F_1 = \frac{(4000 \text{ N})(\pi)(2 \text{ cm})^2}{\pi(6 \text{ cm})^2}$

$F = 444 \text{ N}$   
//Rpta.

**Gráfico:**



**Presión atmosférica (P<sub>atm</sub>).** Es la Presión que ejerce la atmósfera (aire) sobre la superficie de la Tierra.

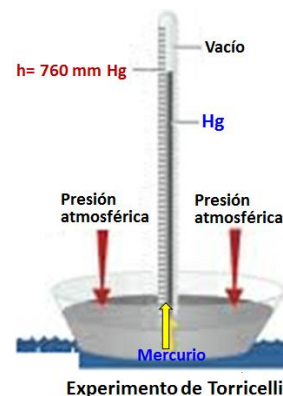
**Presión absoluta o real (P<sub>abs</sub>):** Es la presión de un fluido que se tiene cuando se toma como nivel de referencia el vacío absoluto.



$$P_{abs} = P_{atm} + P_{man}$$

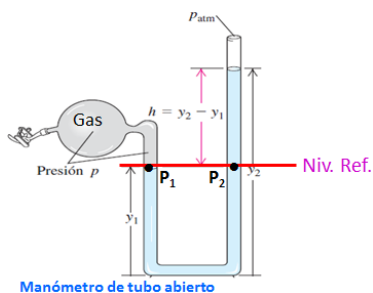
**Presión manométrica o relativa (P<sub>man</sub>) :** es la diferencia entre la presión absoluta y la presión manométrica

$$P_{man} = P_{abs} - P_{atm}$$



**Manómetros**

Son instrumentos utilizados para medir la presión.



Dela figura:

$$\begin{cases} P_1 = P_2 \\ P_{gas} = P_{atm} + P_{hidrost \text{ fluido}} \\ P_{gas} = P_{atm} + \rho_{fluido} gh_{fluido} \end{cases}$$

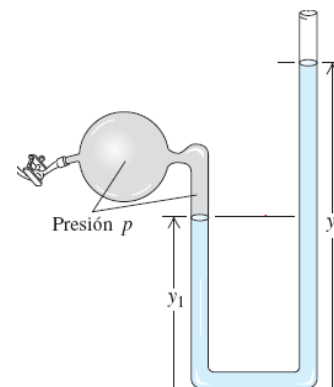
Presión manométrica:

$$P_{man} = P_{gas} - P_{atm} = \rho_{fluido} gh_{fluido}$$

**Ejemplo 5:** El líquido del manómetro de tubo abierto de la figura es mercurio ( $\rho = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ),  $y_1 = 3.00 \text{ cm}$  y  $y_2 = 7.00 \text{ cm}$ . La presión atmosférica es de 980 milibares. a) ¿Qué presión absoluta hay en el tubo abierto 4,0 cm debajo de la superficie libre?

**Solución:**

- Datos:  $\rho = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- $y_1 = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $y_2 = h_2 = 7 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$
- $\rho = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

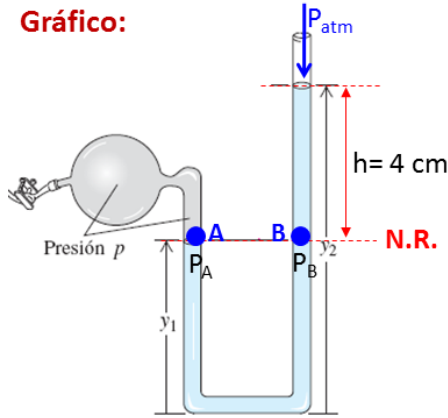




$$P_{atm} = 980 \text{ milibar} \left( \frac{100 \text{ Pa}}{1 \text{ milibar}} \right) = 9,8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Hallar: a) Presión en la base del tubo:  $P_A = ?$

**Gráfico:**



Del gráfico:

$$P_A = P_B$$

$$P_A = P_{atm} + P_{Hidrostática}$$

$$P_A = P_{atm} + \rho_{Hg} g h$$

Siendo:  $h = y_2 - y_1 = 7 - 3 = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$

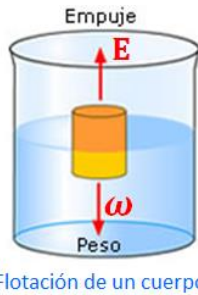
$$P_A = 9,8 \times 10^4 + (13,6 \times 10^3)(9,8)(0,04)$$

$$P_A = 1,033 \times 10^5 \text{ Pa} // \text{Rpta.}$$

### Principio de Arquímedes



Establece; si un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en un fluido, éste ejerce una fuerza hacia arriba sobre el cuerpo igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo.



**Empuje (E):** El empuje es una fuerza que aparece cuando se sumerge un cuerpo en un fluido.

De la figura:  $\sum F_y = 0 \Rightarrow E - \omega = 0 \Rightarrow E = \omega$

(1)

$$\omega = mg$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \omega = \rho g V_{des}$$

Además;

Reemplazando el peso en la ec. (1), el empuje será:

$$E = \rho g V_{des}$$

Unidad: (N)

Dónde:  $V_{desalojado} = V_{cuerpo}$

$\rho =$  Densidad del líquido ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )  $g =$  Gravedad =  $9,8 \text{ m}/\text{s}^2$

$V_{des} =$  Volumen desalojado o sumergido ( $\text{m}^3$ )

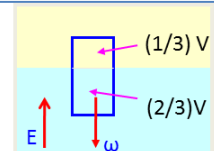
**Ejemplo 6:** Un estudiante flota en un lago salado con un tercio de su cuerpo sobre la superficie. Si la densidad de su cuerpo es  $970 \text{ kg}/\text{m}^3$ , ¿cuál es la densidad del agua del lago

**Solución:**

Datos:  $\rho = 970 \text{ kg}/\text{m}^3$

Hallar:  $\rho_{\text{agua del lago}} = ?$

**Gráfico:**



Suponga que el volumen del cuerpo es:  $V_{cuerpo} = V$

Volumen superficie:  $V_s = 1/3 V$

Volumen agua:  $V_{\text{agua}} = 2/3 V$

$$\text{Empuje} = \text{peso} \Rightarrow \begin{cases} E = \rho_{\text{agua}} g V_{\text{agua}} \\ \omega = mg = \rho_{\text{cuerpo}} V_{\text{cuerpo}} g \end{cases}$$

$$\rho_{\text{agua}} g V_{\text{agua}} = \rho_{\text{cuerpo}} g V_{\text{cuerpo}} \Rightarrow \rho_{\text{agua}} = \frac{\rho_{\text{cuerpo}} V_{\text{cuerpo}}}{V_{\text{agua}}}$$

$$\rho_{\text{agua}} = \frac{(970)(V)}{\frac{2}{3}V} = 1455 \text{ kg}/\text{m}^3 // \text{Rpta.}$$

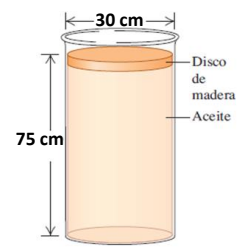
## GUIA DE PRÁCTICA DE FÍSICA II N° 1 (Tema: Mecánica de Fluidos)

Sección : .....  
 Docente : Escribir el nombre del docente  
 Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

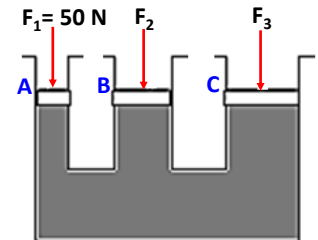
Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../2016 Duración: .....

**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

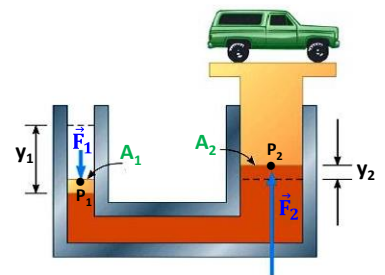
- 1) Una esfera uniforme de plomo ( $\rho_{Pb}=11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) y una de aluminio ( $\rho_{Al} = 2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) tienen la misma masa. ¿Cuál es la razón entre el radio de la esfera de aluminio y el de la esfera de plomo?.
- 2) ¿Cuál es la masa de la atmósfera de la Tierra? (El radio de la Tierra es  $6.37 \times 10^6 \text{ m}$  y la presión atmosférica en la superficie es  $1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ).
- 3) Las dimensiones de una piscina rectangular son 25 m de largo, 12 m de ancho y 2 m de profundidad. Encontrar: a) La fuerza total en el fondo debido al agua que contiene; b) la fuerza total sobre la pared de 12m por 2m; c) La presión manométrica en el fondo de la piscina y d) La presión absoluta en el fondo de la piscina en condiciones atmosférica normales al nivel del mar.
- 4) Si la presión atmosférica sobre la superficie de la tierra es 101,3 kPa. Calcular la presión a la altura de Huancayo (320 m.s.m.), si no hay variación de la densidad del aire ( $\rho_a=1.225 \text{ kg/m}^3$ ) y la gravedad permanece en forma constante.
- 5) Un disco cilíndrico de madera que pesa 45 N y tiene un diámetro de 30 cm flota sobre un cilindro de aceite cuya densidad es de  $0.85 \text{ g/cm}^3$ . El cilindro de aceite mide 75 cm de alto y tiene un diámetro igual al cilindro de madera. a) Calcule la presión manométrica en la parte superior de la columna de aceite. b) Ahora suponga que alguien coloca un peso de 83 N en la parte superior del disco de madera, pero el aceite no se escurre alrededor del borde de la madera. ¿Cuál es el cambio en la presión i) en la base del aceite y ii) a la mitad de la columna de aceite?.



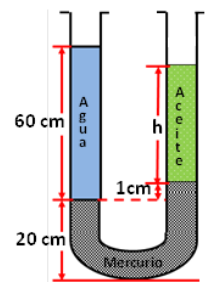
- 6) En el siguiente grafico calcular la suma de las fuerzas  $F_2$  y  $F_3$ , Si las secciones de cada uno de los vasos es  $A_1= 5 \text{ cm}^2$ ,  $A_2= 60 \text{ cm}^2$  y  $A_3= 70 \text{ cm}^2$ .



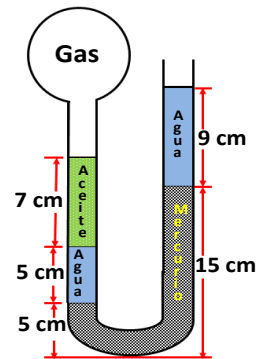
- 7) Los émbolos de la prensa hidráulica de la figura tienen una superficie de  $0,02 \text{ m}^2$  y  $1,2 \text{ m}^2$ . Si el embolo pequeño se mueve hacia abajo a una velocidad de 4 m/s. Calcular: a) Calcular la fuerza que podemos elevar si aplicamos sobre el embolo menor una fuerza, hacia abajo, de 784 N; b) La velocidad a la que se eleva el embolo grande.



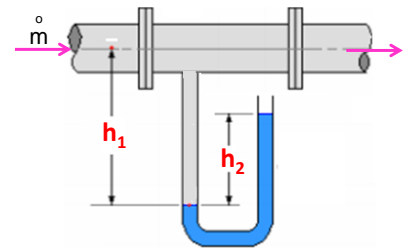
- 8) Los líquidos del manómetro de tubo abierto de la figura es Agua ( $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ ), mercurio ( $\rho= 13600 \text{ kg/m}^3$ ) y aceite de oliva ( $\rho=920 \text{ kg/m}^3$ ). a) ¿Qué altura tiene el aceite de oliva?; b) ¿Qué presión tiene en la interface del aceite de oliva y el mercurio?; c) ¿Qué Presión absoluta hay en la base del tubo en U?.



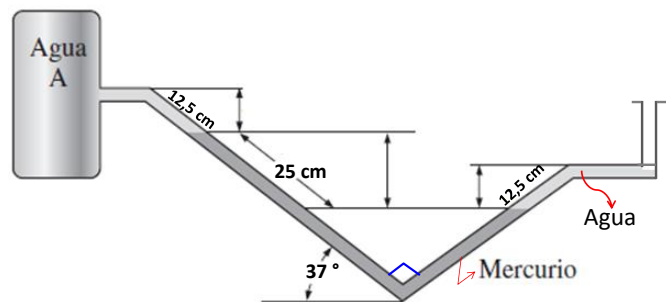
- 9) El manómetro que se muestra en la figura, contiene; aceite ( $\rho_{\text{aceite}} = 850 \text{ kg/m}^3$ ), agua y mercurio. Determine: a) La Presión absoluta en el fondo del mercurio del tubo en U?; b) ¿Qué presión hay en el tubo abierto 9 cm debajo de la superficie libre?; c) ¿Qué presión absoluta tiene el gas? y ¿Qué presión manométrica tiene el gas?.



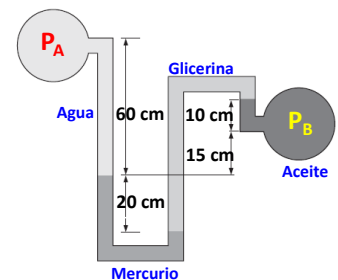
- 10) Un manómetro en U que contiene mercurio, tiene su brazo derecho abierto a la presión atmosférica y su brazo izquierdo conectado a una tubería que transporta agua a presión. La diferencia de niveles de mercurio en los dos brazos es 200 mm. Si el nivel de mercurio en el brazo izquierdo está a 400 mm por debajo de la línea central de la tubería. Determine La presión que fluye el líquido por la tubería.



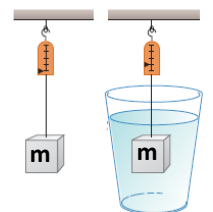
- 11) Un tanque de agua está interconectado mediante un manómetro de mercurio con los tubos inclinados, como se muestra en la figura. Calcule la presión en el tanque A. (Nota:  $P_{\text{atm}} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ).



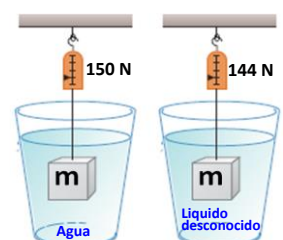
- 12) Se mide la diferencia de presión entre un tubo de aceite y uno de agua con un manómetro de doble fluido, como se muestra en la figura. Para las alturas y las gravedades específicas dadas de los fluidos calculen la diferencia de presión  $\Delta P = P_B - P_A$ .



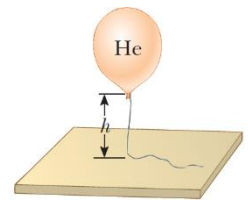
- 13) Una pieza de aluminio con masa de 2 kg y densidad  $2700 \text{ kg/m}^3$  se cuelga de una cuerda y luego se sumerge por completo en un recipiente de agua. Calcule la tensión de la cuerda antes y después de sumergir el metal.



- 14) Un objeto de masa 100 kg y densidad desconocida ( $\rho_1$ ) se pesa sumergido en agua obteniéndose una fuerza gravitacional de 150 N. Al pesarlo otra vez el objeto, sumergido en un líquido de densidad desconocida ( $\rho_2$ ) se obtiene una fuerza de 144 N. Determine la densidad del objeto y la densidad del líquido desconocido.

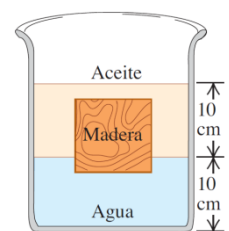


- 15) Un globo lleno con helio se amarra a una cuerda uniforme de 2 m de largo y 5 g. El globo es esférico, con un radio de 40 cm. Cuando se libera, eleva una longitud  $h$  de cuerda y luego permanece en equilibrio como se muestra en la figura. Determine el valor de  $h$ ; si la cubierta del globo tiene una masa de 250 g.



- 16) Una esfera hueca de plástico se mantiene por debajo de la superficie de un lago de agua dulce mediante una cuerda anclada al fondo del lago. La esfera tiene un volumen de  $0.650 \text{ m}^3$  y la tensión en la cuerda es de 900 N. a) Calcule la fuerza de flotación que ejerce el agua sobre la esfera. b) ¿Cuál es la masa de la esfera? c) La cuerda se rompe y la esfera se eleva a la superficie. Cuando la esfera llega al reposo, ¿qué fracción de su volumen estará sumergida?.

- 17) Un bloque cúbico de madera de 10 cm por lado flota en la interfaz entre aceite y agua con su superficie inferior 1,50 cm bajo la interfaz. La densidad del aceite es de  $790 \text{ kg/m}^3$ . a) ¿Qué presión manométrica hay en la superficie superior del bloque; ¿Y en la cara inferior? b) ¿Qué masa y densidad tiene el bloque?.



- 18) Un cubo de madera que tiene una dimensión de arista de 22 cm y una densidad de  $650 \text{ kg/m}^3$  flota en el agua. a) ¿Cuál es la distancia desde la superficie horizontal más alta del cubo al nivel del agua? b) ¿Qué masa de plomo se debe colocar sobre el cubo de modo que la parte superior del cubo este justo a nivel con el agua?.
- 19) Un recipiente contiene una capa de agua, sobre la que flota una capa de aceite ( $\rho=0,85 \text{ g/cm}^3$ ). Un objeto cilíndrico de densidad desconocida cuyo diámetro es 10 cm y altura 15 cm, se deja caer al recipiente, quedando a flote finalmente cortando la superficie de separación entre el aceite y agua sumergido en esta última hasta la profundidad de 10 cm. Determinar la densidad del objeto desconocido.
- 20) Un bloque cubico de madera de 10 cm por lado y con densidad de  $550 \text{ kg/m}^3$  flota en un frasco de agua. Aceite con densidad de  $750 \text{ kg/m}^3$  se vierte sobre el agua hasta que la superficie del aceite esta 3,5 cm por debajo de la cara superior del bloque. a) ¿Qué espesor tiene la capa de aceite y b) ¿Qué presión manométrica hay en la cara inferior del bloque?.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, ENLACES Y DIRECCIONES ELECTRONICAS

1. Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young y Roger A. Freedman. **Física Universitaria**. Vol 2. XII Edición Pearson Education; México; 2009.
2. Raymond A. Serway y John W. Jevett. Física para Ciencias e Ingenierías. Vol 2. VII Edición. Editorial Thomson; 2008.

**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA II**  
**Laboratorio N° 01: Principio de Arquímedes**

Sección : .....

Docente : Escribir el nombre del docente

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : .././2016 Duración: ...80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA**

Mecánica de fluido estático (hidrostática)

**II. PROPOSITO**

En esta actividad analizaremos el principio de Arquímedes mediante el empuje en forma experimental; para lo cual en forma aproximada determinaremos la densidad de un objeto desconocido.

**III. OBJETIVOS**

- Comprobar experimentalmente el Principio de Arquímedes.
- Aplicar éste principio en la determinación experimental de la densidad de un material.

**IV. FUNDAMENTO TEORICO**

**Densidad de un cuerpo ( $\rho_c$ ):** La densidad  $\rho$  de un cuerpo es la relación de su masa  $m_c$  a su volumen

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c} \quad \text{Unidades: } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right); \quad \text{de donde: } V_c = \frac{m_c}{\rho_c}$$

**Peso ( $\omega$ ):** el peso de un cuerpo es la fuerza gravitacional; multiplicado la masa por la gravedad.

$$\omega = m_c \cdot g \quad \text{Unidades: (N) Valor de la gravedad: } g = 9,8 \text{ m/s}^2.$$

**Principio de Arquímedes:** "Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido ya sea líquido o gas en equilibrio, experimenta una disminución aparente de su peso, como consecuencia de la fuerza vertical y hacia arriba, llamada empuje, que el fluido ejerce sobre dicho cuerpo".

**Empujé (E):** El empuje es igual a la densidad del fluido, por la gravedad y el volumen desalojado ( $E = \rho_f \cdot g \cdot V_d$ ). El volumen desalojado es igual al volumen del cuerpo; luego:  $E = \rho_{\text{agua}} \cdot g \cdot V_c$  Unidad:

(N)

**V. MATERIALES Y EQUIPOS**

Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD
01	Soporte Universal con Nuez	01
02	Resorte	01
03	03 Pesas de diferentes masas	03
04	Báscula para determinar la masa de un cuerpo	01
05	Probeta de 250 ml	01
06	Regla milimetrada	01
07	Botella pvc con 1/2 litro de agua	01

**VI NOTAS DE SEGURIDAD**

Tener cuidado en aferrar el cuerpo a medir su densidad, en la probeta milimetrada.

**VII. CÁLCULOS A REALIZAR**

Ecuaciones deducidas para determinar la densidad del cuerpo ( $\rho_c$ )

**1er Método para determinar la densidad del cuerpo ( $\rho_c$ )**

- Realice el cálculo de la densidad, del sistema en equilibrio.

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow E + F_2 - \omega = 0 \Rightarrow \rho_{\text{agua}} g V_D + K x_2 - m_c g = 0 \quad \dots\dots(1)$$

Volumen desalojado ( $V_D$ ):  $V_D = V_2 - V_1 = A h_2 - A h_1 = A(h_2 - h_1) = \frac{\pi}{4} d^2 (h_2 - h_1)$

Constante del resorte (K):  $F_1 - \omega = 0 \Rightarrow K x_1 - m_c g = 0 \Rightarrow K = \frac{m_c g}{x_1}$

Masa del cuerpo ( $m_c$ ):  $\rho_c = \frac{m_c}{V_c} \Rightarrow m_c = \rho_c V_c$

Volumen del cuerpo es igual al volumen desalojado ( $V_c$ ):  $V_c = V_D$

Luego tendremos que:  $m_c = \rho_c V_D$

Reemplazando en la ecuación (1):

- Ecuación para calcular la densidad del cuerpo: 
$$\rho_c = \left( \frac{x_1}{x_1 - x_2} \right) (\rho_{\text{agua}}) \dots\dots (2)$$

$x_1, x_2$  = Elongaciones (m) medidos

**2do Método para determinar la densidad del cuerpo ( $\rho_c$ )**

Determinando la masa en forma experimental:

- Realice el cálculo de la densidad, del sistema en equilibrio.

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow E + F_2 - \omega = 0 \Rightarrow \rho_{\text{agua}} g V_D + K x_2 - m_c g = 0 \dots\dots\dots (1)$$

Volumen desalojado ( $V_D$ ):  $V_D = V_2 - V_1 = A h_2 - A h_1 = A(h_2 - h_1) = \frac{\pi}{4} d^2 (h_2 - h_1)$

Constante del resorte (K):  $F_1 - \omega = 0 \Rightarrow K x_1 - m_c g = 0 \Rightarrow K = \frac{m_c g}{x_1}$

Reemplazando estas relaciones en la ecuación (1) obtenemos la masa:

$$m_c = \frac{\pi}{4} d^2 (h_2 - h_1) \left( \frac{x_1}{x_1 - x_2} \right) \rho_{\text{agua}} \dots\dots\dots (2)$$

- Hallando la densidad del cuerpo:

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c}; \text{ como: } V_c = V_D \Rightarrow \rho_c = \frac{m_c}{V_D} \dots\dots\dots (3)$$

Reemplazando ecuación (2) en ecuación (3): 
$$\rho_c = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 (h_2 - h_1) \left( \frac{x_1}{x_1 - x_2} \right) \rho_{\text{agua}}}{V_D}$$

$d$  = Diámetro de la probeta (m)

$h_2$  = Medida de la altura del agua en la probeta (m)

$h_1$  = altura del agua introducido el cuerpo en la probeta (m)

$V_D$  = Reemplazar el valor del volumen ( $m^3$ ) desalojado del cálculo obtenido por la medición de las alturas

**VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

**Calculo de la densidad de la masa o cuerpo ( $\rho_c$ )**

- Lleve a una báscula la pesa y determine la masa de cada uno de ellos
- Mide la longitud del resorte antes de colocar la pesa:  $x_1$  (Figura 1)
- Mida la longitud del resorte estirado cuando se coloca la pesa:  $x_{f1}$  (Figura 2)
- Determine la elongación ( $x_1$ ):  $x_1 = L_{f1} - L_1$

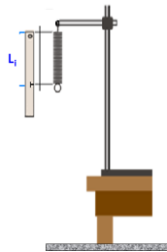


Figura 1

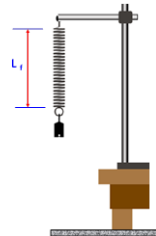
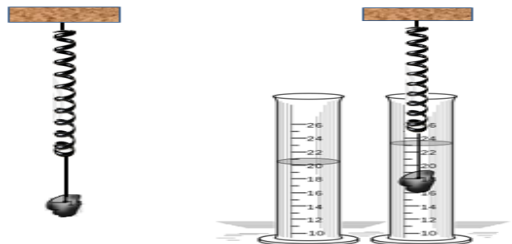


Figura 2

- Mida el diámetro ( $d$ ) de la probeta a utilizar
- Llene agua en una probeta (220 ml) y mide la altura del agua ( $h_1$ ) para calcular su volumen inicial

$$(V_1 = A h_1, \text{ siendo } A = \frac{\pi}{4} d^2)$$

- Sumergir la masa colgante en la probeta con agua, sin tocar las paredes, ni el fondo del depósito,
- Medir la altura del agua ( $h_2$ ) en la probeta con el



cuerpo sumergido, para determinar el volumen desplazado ( $V_2=Ah_2$ ), y registre sus datos en la Tabla 01.

- Con la regla medir la elongación ( $x_2=L_{f2}-L_i$ ) del resorte cuando está sumergido en el agua.

### IX. RESULTADOS

Tabla 01: Valores **obtenidos** de la parte experimental

pesa	Masa (g)	Longitud del resorte inicial sin la masa (Li)	Longitud del resorte final con la masa (Lf1)	Diámetro de la probeta (d) (cm)	Medida de la altura del agua en la	Medida de la altura del agua introducido	Longitud del resorte final introducido
1							
2							
3							
				Volumen	V <sub>1</sub> =	V <sub>1</sub> =	

Nota: 1ml = 1 cm<sup>3</sup> = 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>

Tabla 02: Valores **calculados** con datos obtenidos de la parte experimental

pesa	Masa (kg)	Elongación del resorte inicial (x1) (m) $x_1=L_{fi} - L_i$	Diámetro interno de la probeta (d) (m)	Medida de la altura del agua en la probeta	Medida de la altura del agua introducido el cuerpo en la probeta	Elongación del resorte final introducido el cuerpo en la probeta	Volumen desalojado medido en base a la altura del líquido (m <sup>3</sup> ) $V_D = \frac{\pi}{4} d^2 (h_2 - h_1)$	Volumen inicial visualizado del agua en la probeta (m <sup>3</sup> )	Volumen final visualizado del agua con el cuerpo introducido en la probeta	Volumen desalojado por el cuerpo (m <sup>3</sup> ) $V_D=V_1-V_2$
1										
2										
3										

### CÁLCULO DE LA DENSIDAD DEL CUERPO UTILIZADO

Nro de Ensayo	DENSIDAD	
	Primer método de cálculo	Segundo método de cálculo
	$\rho_c = \left( \frac{x_1}{x_1 - x_2} \right) (\rho_{\text{agua}})$	$\rho_c = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 (h_2 - h_1) \left( \frac{x_1}{x_1 - x_2} \right) \rho_{\text{agua}}}{V_D}$
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		

### X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimentalmente el Principio de Arquímedes. Se Aplicó éste principio en la determinación experimental de la densidad de un material.

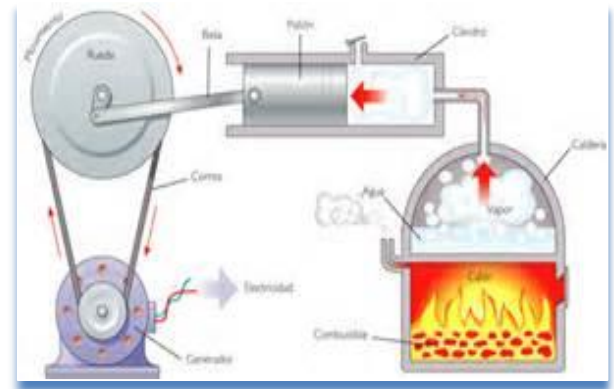
### XI. CUESTIONARIO:

1. Determinar la densidad y el peso específico del cuerpo en estudio y buscar en la bibliografía el valor de dicho resultado e indicar aproximadamente de que material está hecho.
3. En la figura del experimento si se adiciona un líquido no miscible, hacer un esquema de las fuerzas presentes y como calcularía la densidad del cuerpo sumergido.
4. Hacer el experimento en casa. Un cubo de hielo que flota en un vaso con agua. Cuando el cubo se funde, se elevará el nivel del agua? Explicar por qué.
5. Si el cubo de hielo contiene un trozo de plomo. ¿El nivel del agua descenderá al fundirse el hielo? Explicar por qué.
6. Siempre es más fácil flotar en el mar que en una piscina común. Explique por qué
7. Considere la densidad específica del oro es 19,3. Si una corona de oro puro pesa 8 N en el aire, ¿Cuál será su peso cuando se sumerge en agua.

**Semana 02**
**Tema 02**
**Calor y Termodinámica**

*PROPOSITO: Cómo efectuar cálculos que incluyan flujo de calor, cambios de temperatura y cambios de fase.*

- *Cómo representar la transferencia de calor y el trabajo efectuado en un proceso termodinámico.*
- *Cómo calcular el trabajo efectuado por un sistema termodinámico cuando cambia su volumen.*
- *Qué se entiende por trayectoria entre estados termodinámicos.*
- *Cómo utilizar la primera ley de la termodinámica para relacionar transferencia de calor, trabajo efectuado y cambio de energía interna.*


**Cantidad de calor**

Definimos al CALOR como la energía que se manifiesta por un aumento de temperatura y procede de la transformación de otras energías; es originada por los movimientos vibratorios de los átomos y las moléculas que forman los cuerpos.

La unidad del calor es la caloría. La **caloría** (abreviada cal) se define como *la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua de 14.5 °C a 15.5 °C.*

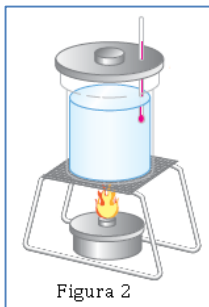


Figura 2

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

$$Q = mc \Delta T$$

$$c = \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT} \quad (\text{calor específico})$$

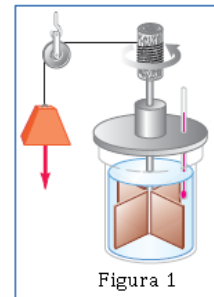


Figura 1

**Calorimetría y cambios de fase**

Calorimetría significa "medición de calor". El calor también interviene en *los cambios de fase*, como la fusión del hielo o la ebullición del agua.

**Cambios de fase**

Usamos el término **fase** para describir un estado específico de la materia, como sólido, líquido o gas. El compuesto H<sub>2</sub>O existe en la *fase sólida* como hielo, en la *fase líquida* como agua y en la *fase gaseosa* como vapor de agua. Transferencia de calor en un cambio de fase.

$$Q = \pm mL$$

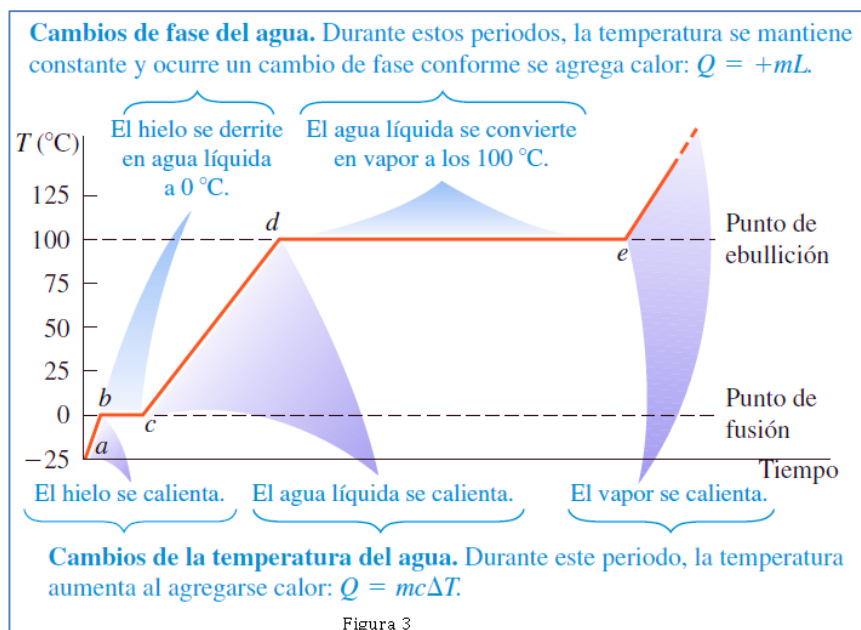


Figura 3



### LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Cada vez que conducimos un automóvil, que encendemos un acondicionador de aire o cocinamos algún alimento, recibimos los beneficios prácticos de la *termodinámica*, es decir, el estudio de las relaciones donde intervienen calor, trabajo mecánico, y otros aspectos de la energía y de su transferencia. Por ejemplo, en el motor de un automóvil, se genera calor por la reacción química entre el oxígeno y la gasolina vaporizada en sus cilindros. El gas caliente empuja los pistones de los cilindros, efectuando trabajo mecánico que se utiliza para impulsar el vehículo. Éste es un ejemplo de *proceso termodinámico*.



La primera ley de la termodinámica es fundamental para entender tales procesos y es una extensión del principio de conservación de la energía; amplía este principio para incluir el intercambio de energía tanto por transferencia de calor como por trabajo mecánico, e introduce el concepto de la *energía interna* de un sistema. La conservación de la energía desempeña un papel vital en todas las áreas de la física; en tanto que la primera ley tiene una utilidad muy amplia.

#### Sistemas termodinámicos

En general, un **sistema termodinámico** es cualquier conjunto de objetos que conviene considerar como una unidad, y que podría intercambiar energía con el entorno. Un ejemplo conocido es una cantidad de granos de maíz palomero en una olla con tapa. Al colocarse la olla en una estufa, se agrega energía al maíz por conducción de calor; al reventarse el maíz y expandirse, realiza trabajo al ejercer una fuerza hacia arriba sobre la tapa y al desplazarla (figura 4).

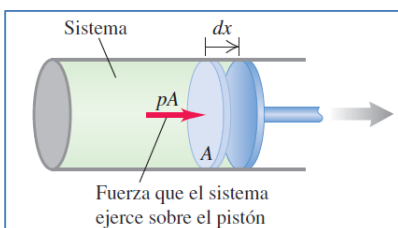
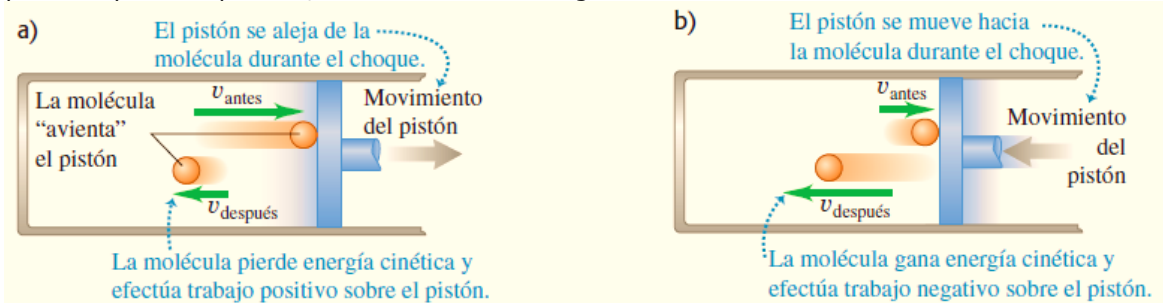


Figura 4

El *estado* del maíz cambia en este proceso, ya que el volumen, la temperatura y la presión del maíz cambian cuando revienta. Un proceso así, donde hay cambios en el estado de un sistema termodinámico, se denomina **proceso termodinámico**.

#### TRABAJO REALIZADO AL CAMBIAR EL VOLUMEN

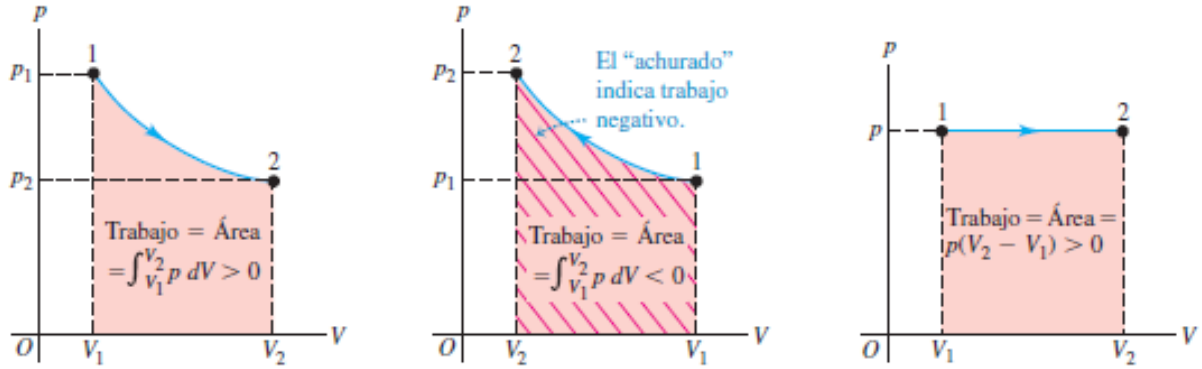
Una cantidad de gas en un cilindro con un pistón móvil es un ejemplo sencillo pero común de sistema termodinámico. Consideremos primero el *trabajo* efectuado por un sistema durante un cambio de volumen. Al expandirse un gas, empuja las superficies de sus fronteras, las cuales se mueven hacia afuera; por lo tanto, siempre realiza trabajo positivo. Lo mismo sucede con cualquier sólido o fluido que se expande a presión, como el maíz de la figura 4.



$$W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV$$

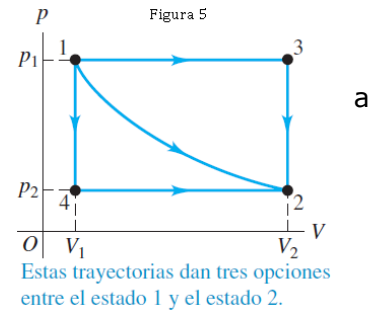
$$W = p(V_2 - V_1)$$

El trabajo efectuado es igual al área bajo la curva en una gráfica  $pV$ .



**Trayectoria entre estados termodinámicos**  
**Trabajo efectuado en un proceso termodinámico**

Cuando un sistema termodinámico cambia de un estado inicial uno final, pasa por una serie de estados intermedios, a los que llamamos **trayectoria**. Siempre hay un número infinito de posibilidades para dichos estados intermedios. Si todos son estados de equilibrio, la trayectoria podrá verse en una gráfica  $pV$  (figura 5).

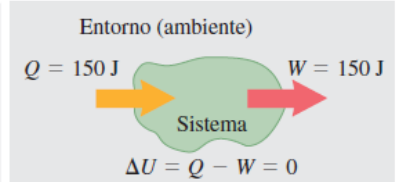
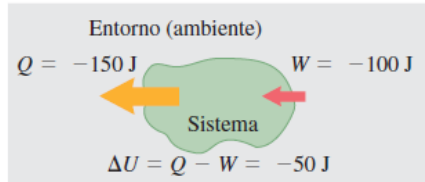
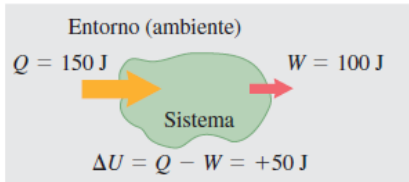


**Energía interna y la primera ley de la termodinámica**

Definimos *tentativamente* la **energía interna** de un sistema como la suma de las energías cinéticas de todas sus partículas constituyentes, más la suma de todas las energías potenciales de interacción entre ellas.

$$U_2 - U_1 = \Delta U = Q - W$$

$$Q = \Delta U + W$$



**Tipos de procesos termodinámicos**

**Proceso adiabático:** Definimos un **proceso adiabático** como aquel donde no entra ni sale calor del sistema:  $Q = 0$ . Por la primera ley, para todo proceso adiabático:

$$U_2 - U_1 = \Delta U = -W$$

**Proceso isocórico:** Un **proceso isocórico** se efectúa a **volumen constante**, por lo que  $W = 0$  y

$$U_2 - U_1 = \Delta U = Q$$

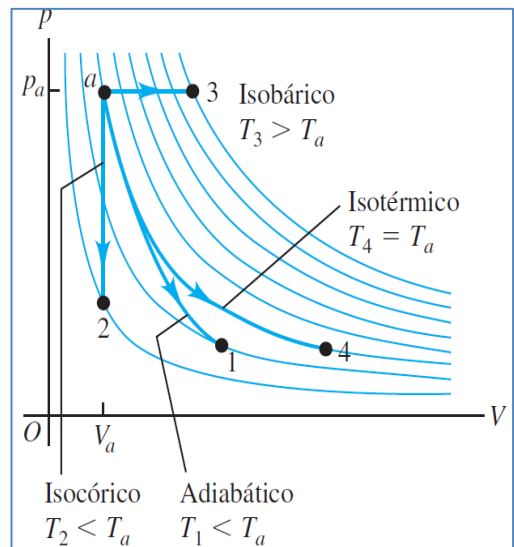
**Proceso isobárico:** Un **proceso isobárico** se efectúa a **presión constante**.

$$W = p(V_2 - V_1)$$

**Proceso isotérmico:** Un **proceso isotérmico** se efectúa a **temperatura constante**.

$$\Delta U = 0$$

$$Q = W$$



**PROBLEMAS RESUELTOS**

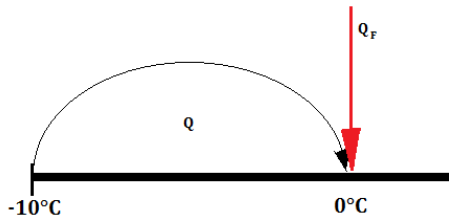
1.- Se tienen 100 g de hielo a -10 °C y se le suministra 5,3 Kcal. Cuál es la situación final del agua

**?Solución**

Primero determinamos cuanto calor requiere hasta llegar a su temperatura de fusión en estado sólido, es decir 0°C.

$$Q = Ce.m.\Delta T$$

$$Q = 0,5 \times 100 \times (0 - (-10)) \quad Q = 500 \text{ cal}$$



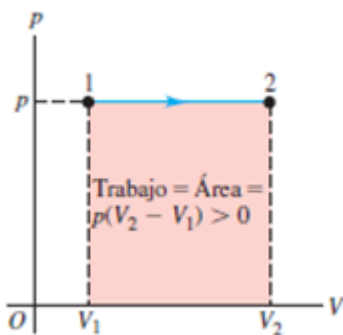
Luego hallamos el calor latente de fusión para verificar cuantos gramos de hielo se funden con el calor que queda:

$$QF = m.LF \quad (5300 - 500) = m. 80 \quad m = 60 \text{ gr} \quad \text{Rpta: Situación final } 60 \text{ gr Líquido y } 40 \text{ gr queda sólido.}$$

2.- Un gas ideal ocupa un volumen de 10 L a una temperatura de 300 K. Si se aumenta la temperatura hasta 450 K a una presión constante de 2 atm, ¿cuál es el trabajo realizado por el gas en la expansión? Representalo en un diagrama p-V.

**Solución** Primero determinamos a cuanto aumenta el volumen:

$$\frac{10 \times 2}{300} = \frac{Vf \times 2}{450} \quad Vf = 15 \text{ Lit} \left| \frac{1m^3}{1000.Lit} \right| \quad Vf = 0,015 \text{ m}^3$$



Luego determinamos el trabajo realizado:

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV \quad W = p(V_2 - V_1)$$

$$W = 2.10^5.Pa (0,015 - 0,010) \text{ m}^3 \quad W = 1 \text{ KJ} \quad \text{Rpta: El trabajo realizado 1 Kilo Joule.}$$

3. Un técnico de laboratorio pone una muestra de 0.0850 kg de un material desconocido, que está a 100.0 °C, en un calorímetro cuyo recipiente, inicialmente a 19.0 °C, está hecho con 0.150 kg de cobre y contiene 0.200 kg de agua. La temperatura final del calorímetro es de 26.1 °C. Calcule el calor específico de la muestra en J/kg.K.  $Ce_{\text{cobre}} = 0,095 \text{ cal /g} \cdot \text{°C}$ . (1cal/g°C=4180 J/kg.°C)

**SOLUCION:**

$$Q_{\text{agua}} + Q_{\text{perdido}} = 0$$

$$0.150 \times 0.095 (7.1) + 200 \times 4180 (7.1) = 0.0850 (73.9) Ce$$

**Desconocido:**

$$0.0850 \text{ Kg}$$

$$T = 100 \text{ °C}$$

**Cobre:**

$$T = 19^\circ$$

$$m = 0.150 \text{ Kg}$$

**Agua:**

$$M = 200 \text{ Kg}$$

$$Tf = 26.1 \text{ °C}$$

$$Ce = \frac{0.150 \times 0.095 \times 7.1 + 200 \times 4180 (7.1)}{0.0850 \times 73.9}$$

$$Ce = 1.000 \text{ J/kg.K}$$

**GUIA DE PRÁCTICA DE FÍSICA II N° 2**  
**(Tema: CALOR Y TERMODINAMICA)**

Sección : .....  
Docente : Escribir el nombre del docente  
Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

Apellidos : .....  
Nombres : .....  
Fecha : ...../...../..... Duración: .....

**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

1.- Se mezclan 250 g de agua a 20°C con 380 g de agua a 80°C. ¿Cuánto calor gana la sustancia fría hasta lograr la temperatura de equilibrio?

2.- Si 300 g de agua a 90°C y se vierten dentro de una taza de aluminio de 30 g que contiene 50 g de agua a 20°C. Determina la temperatura de equilibrio del sistema.

3.- ¿Una persona de 60 kg desea bajar de peso, subiendo por una montaña, equivalente a un pastel tasado en 450 cal. Cuánto debe ascender la persona?

4.- El agua en la parte superior de las cataratas del Niágara tiene una temperatura de 12°C. Si ésta cae una distancia total de 60 m y toda su energía potencial se emplea para calentar el agua, calcule la temperatura del agua en el fondo de la catarata.

5.- Un aro de oro (de matrimonio), tiene 4 g. ¿Cuántas calorías son necesarias para aumentar su temperatura de 20°C a 40°C?.

6.- Una sustancia de 120 g, requiere de 4,8 Kcal, para aumentar su temperatura desde 10 °C hasta 60°C. Determine el calor específico y la capacidad térmica de la sustancia.

7.- La cantidad de calor que se entrega a 300g de agua inicialmente a temperatura ambiental depende del tiempo según  $Q = 150.t$ , donde t está en segundos y Q en calorías. Determine "t" en el instante que la temperatura del agua logra 40°C.

8.- Un calorímetro de equivalente en agua igual a 12 g contiene 120 g de agua a 20 °C. Un objeto de masa 60 g a 100 °C es colocado en el interior del calorímetro. La temperatura de equilibrio térmico es de 40 °C. Determine el calor específico del cuerpo.

9.- Un recipiente tiene una capacidad calorífica de 200Cal/°C, y contiene 120 g agua a 20°C. Se vierte "m" gramos de agua a 80°C y se determina que la temperatura de equilibrio es 50°C. Determine la masa "m".

10.- Un bloque metálico de 600g, y de  $c_e = 0,11 \frac{cal}{g^{\circ}C}$  y a una temperatura de 100°C se introduce en un recipiente que contiene 800g de agua a una temperatura de 20°C. Si el recipiente es aislante térmico, determina la temperatura de equilibrio de la mezcla.

**EFFECTO DEL CALOR (CAMBIO DE FASE)**

11.- Un cubito de hielo de 20 g a -15°C, cuánto calor requiere para fundirse completamente.

12.- Se tiene 50 g de vapor de agua a 120°C, cuanto calor debe perder para ser líquido por completo.

13.- Se tiene un cubito de hielo de 10 g a -20°C, Cuántas Kcal se requiere para evaporarlo por completo?

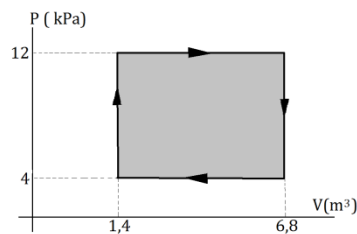
14.- Cuando juntamos 150g de hielo a  $0^{\circ}\text{C}$  con “m” gramos de vapor de agua a  $100^{\circ}\text{C}$  la temperatura de equilibrio resulta  $60^{\circ}\text{C}$ . Determine “m”. Desprecie las pérdidas de energía.

15.- Juan desea tomar su limonada a  $10^{\circ}\text{C}$ . Si en el vaso contiene 400 g de limonada a  $60^{\circ}\text{C}$ . Cuántos gramos en cubitos de hielo a  $-10^{\circ}\text{C}$ , será necesario, poner al vaso? ( el vaso es de un material aislante térmico).

16.- Un frasco de vidrio con volumen de  $200\text{ cm}^3$  se llena hasta el borde con mercurio a  $20^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuánto mercurio se desbordará si la temperatura del sistema se eleva a  $100^{\circ}\text{C}$ ? El coeficiente de expansión lineal del vidrio es de  $0.40 \times 10^{-5}\text{ C}^{-1}$ .

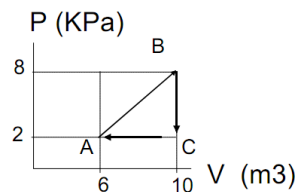
### TERMODINAMICA (Primera Ley)

17.- Del diagrama P – V mostrado determinar:  $W_{AB}$ ,  $W_{BC}$ ,  $W_{CD}$ ,  $W_{DA}$ , y el trabajo realizado en el ciclo termodinámico.



18.- A un gas ideal se le transfiere 200 J en forma de calor, al expandirse realiza un trabajo de 50 J y su energía interna varía en 20 J, determine la cantidad de calor liberado en este proceso.

19.- Un gas se lleva a través del proceso cíclico descrito en la siguiente figura.

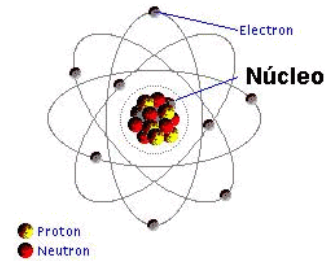


- Encuentre el calor neto transferido al sistema durante un ciclo completo.
- Si el ciclo se invierte, esto es, el proceso va por el camino ACBA, ¿cuál es el calor neto transferido por ciclo?

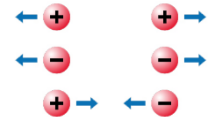
20.- La presión de cierto gas contenido en un recipiente varía según la ecuación:  $P = V^2 + 2V + 3$  ; donde P está en Pascales y V en  $\text{m}^3$ . Determine el trabajo necesario para expandir el gas de  $2\text{ m}^3$  a  $6\text{ m}^3$ .

**Semana 03**
**TEMA 03**
**CARGA Y CAMPO ELÉCTRICO**

Las interacciones del electromagnetismo implican partículas que tienen una propiedad llamada carga eléctrica, es decir, un atributo que es tan fundamental como la masa. De la misma forma que los objetos con masa son acelerados por las fuerzas gravitatorias, los objetos cargados eléctricamente también se ven acelerados por las fuerzas eléctricas. La descarga eléctrica inesperada que usted siente cuando se frota sus zapatos contra una alfombra, y luego toca una perilla metálica, se debe a partículas cargadas que saltan de su dedo a la perilla. Las corrientes eléctricas como las de un relámpago o una televisión tan sólo son flujos de partículas cargadas, que corren por cables en respuesta a las fuerzas eléctricas. Incluso las fuerzas que mantienen unidos a los átomos y que forman la materia sólida, evitando que los átomos de objetos sólidos se atraviesen entre sí, se deben en lo fundamental a interacciones eléctricas entre las partículas cargadas en el interior de los átomos.


**TEORIA Y FÓRMULAS BÁSICAS**

La magnitud fundamental en electrostática es la carga eléctrica. Hay dos clases de carga: positiva y negativa. Las cargas del mismo signo se repelen mutuamente; las cargas de signo opuesto se atraen. La carga se conserva; la carga total de un sistema aislado es constante.



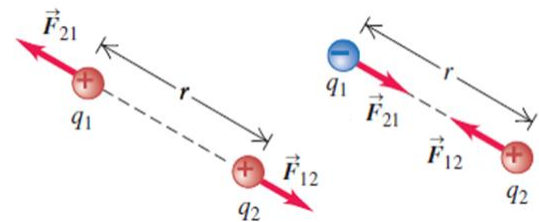
**Los conductores** son materiales que permiten que la carga se desplace libremente en su interior. **Los aisladores** permiten que la carga se desplace con dificultad mucho mayor. Casi todos los metales son buenos conductores; la mayor parte de los no metales son aisladores.

**La ley de Coulomb** es la ley básica que rige la interacción de cargas puntuales. En el caso de dos cargas  $q_1$  y  $q_2$  separadas por una distancia  $r$ , la magnitud de la fuerza sobre cualquiera de las cargas es proporcional al producto  $q_1q_2$  e inversamente proporcional a  $r^2$ . La fuerza sobre cada carga actúa a lo largo de la recta que une a las dos cargas: es de repulsión si las cargas tienen el mismo signo, y de atracción si tienen signos opuestos. Su unidad en el SI de la carga eléctrica es el Coulomb, que se abrevia C.

$$F_{12} = F_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1q_2}{r^2}$$

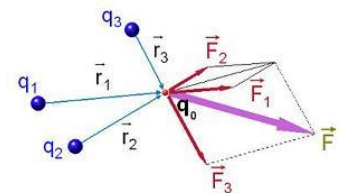
$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.988 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$$



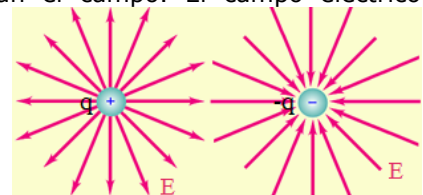
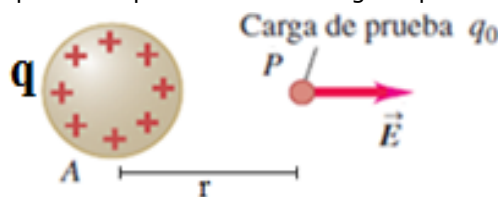
**El principio de superposición de fuerzas** establece que, cuando dos o más cargas ejercen cada una una fuerza sobre una carga, la fuerza total sobre esa carga es la suma vectorial de las fuerzas que ejercen las cargas individuales.

$$\vec{F}_{Total} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \sum_{i=1}^n k \frac{q_i q_0}{r_i^2} \vec{u}_{r_i}$$



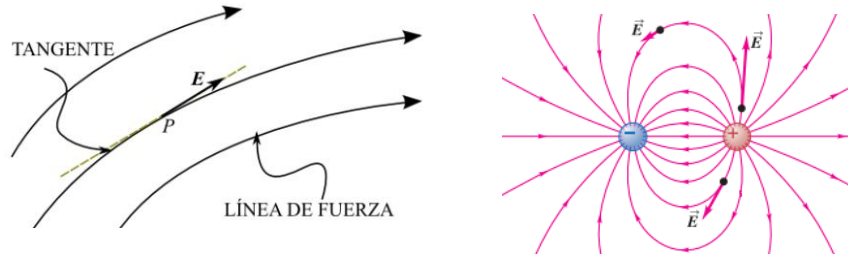
**El campo eléctrico E**, es una magnitud vectorial, es la fuerza en cada unidad de carga que se ejerce sobre una carga de prueba en cualquier punto, siempre y cuando la carga de prueba sea lo suficientemente pequeña para no perturbar las cargas que crean el campo. El campo eléctrico producido por una carga puntual tiene una dirección radial hacia la carga o en sentido contrario a ésta.

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2}$$



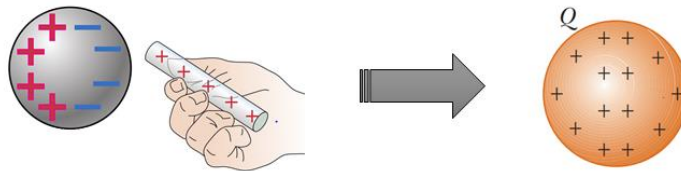
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

Las líneas de campo ofrecen una representación gráfica de los campos eléctricos. En cualquier punto de una línea de campo, la tangente a la línea tiene la dirección de  $E$  en ese punto. El número de líneas en la unidad de área (perpendicular a su dirección) es proporcional a la magnitud de  $E$  en el punto.



### PROBLEMAS RESUELTOS

- Si una esfera conductora es tocada por una barra cargada positivamente, la esfera adquiere una carga de 4 nC. Calcule el número de electrones que son transferidos debido al contacto.



#### **Solución:**

Se puede apreciar que la esfera pierde electrones y se carga con  $Q = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$

- Se sabe que:  $Q = |e| \cdot n$

$$4 \times 10^{-9} = |1,6 \times 10^{-19}| \cdot n$$

$$n = 25 \times 10^9 \text{ electrones}$$

- Entonces podemos decir que la esfera pierde  $25 \times 10^9$  electrones

- Dos pequeñas esferas conductoras idénticas se colocan de forma que sus centros se encuentren separados 0.30 m. A una se le da una carga de 12.0 nC y a la otra una carga de -18.0 nC. a) Determine la fuerza eléctrica que ejerce una esfera sobre la otra. b) ¿Qué pasaría sí? Las esferas están conectadas mediante un alambre conductor. Determine la fuerza eléctrica entre ellas una vez que alcanzan el equilibrio.

- La fuerza es una de las atracciones. La distancia  $r$  en la ley de Coulomb es la distancia entre centros. La magnitud de la fuerza es:

$$F = \frac{k_e(q_1 q_2)}{r^2} = (8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(12.0 \times 10^{-9} \text{ C})(18.0 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.300 \text{ m})^2} = 2.16 \times 10^{-5} \text{ N}$$

- La carga neta de  $-6.00 \times 10^{-9} \text{ C}$  se divide por igual entre las dos esferas, o  $-3.00 \times 10^{-9} \text{ C}$  en cada uno. La fuerza es una de repulsión, y su magnitud es:

$$F = \frac{k_e(q_1 q_2)}{r^2} = (8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(3.00 \times 10^{-9} \text{ C})(3.00 \times 10^{-9} \text{ C})}{(0.300 \text{ m})^2} = 8.99 \times 10^{-7} \text{ N}$$

- Tres cargas puntuales de  $8\mu\text{C}$ ,  $3\mu\text{C}$ , y  $-5\mu\text{C}$  están colocadas en los vértices de un triángulo rectángulo como se muestra en la figura. Cuál es la fuerza total sobre la carga de  $3\mu\text{C}$ . ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$ )

Solucion:

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(8 \times 10^{-6})(3 \times 10^{-6})}{0.05^2} = 86.4 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{(5 \times 10^{-6})(3 \times 10^{-6})}{0.04^2} = 84.4 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{0.03}{0.04} \right) = 36.86 \quad \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = F_x \hat{i} + F_y \hat{j}$$

$$F_x = -F_2 + F_{1x}$$

$$F_x = -F_2 + F_{1x} \cos \theta$$

$$F_x = -84.4 + (86.4)(\cos 36.86) = -15.3 \text{ N}$$

$$F_y = -F_{1y} = F_1 \sin \theta = -(86.4)(\sin 36.86) = -51.8 \quad \vec{F} = -15.3 \hat{i} - 51.8 \hat{j} \text{ N}$$

4. Dos pequeñas esferas de masa  $m$  están suspendidas de un punto común mediante cuerdas de longitud  $L$ . Cuando cada una de estas esferas tiene carga  $q$ , cada cuerda forma un ángulo  $\theta$  con la vertical como indica en la figura, demuestre que la carga  $q$  viene dada por:

$$q = 2L \sin \theta \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k}}$$

Donde  $k$  es la constante  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  determine  $q$  si  $m=10 \text{ g}$ ,  $L=50 \text{ cm}$ ,  $\theta=10^\circ$

Solucion:

$$T \cos \theta - mg = 0, \quad T \sin \theta - Fe = 0$$

$$Fe = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2}$$

la separación de las esferas:  $r = 2L \sin \theta$ . Entonces por equilibrio de fuerzas:

$$T \cos \theta = mg \dots (1)$$

$$T \sin \theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4L^2 \sin^2 \theta} \dots (2)$$

Dividiendo (2) por (1) obtenemos:  $\tan \theta = \frac{1}{mg} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4L^2 \sin^2 \theta}$

En donde finalmente se obtiene:  $q = 2L \sin \theta \sqrt{\frac{mg \tan \theta}{k}}$

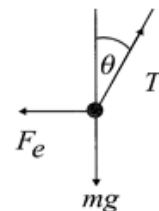
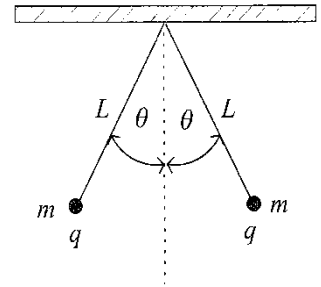
5. Dos pequeñas bolas metálicas idénticas portan cargas de  $3 \text{ nC}$  y  $-12 \text{ nC}$ . Están separadas  $3 \text{ cm}$ . a) calcúlese la fuerza de atracción, b) las bolas se juntan y después se separan a  $3 \text{ cm}$ . Determine las fuerzas que ahora actúan sobre ellas.

$$a) F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

$$F = (9 \times 10^9) \frac{(3 \times 10^{-9})(12 \times 10^{-9})}{(0.03)^2} = 3.6 \times 10^{-4} \text{ N (atracción)}$$

$$b) Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = 3 \times 10^{-9} - 12 \times 10^{-9} = -9 \times 10^{-9} \text{ C}$$





$$Q_1 = Q_2 = -4.5 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{d^2} \quad F = (9 \times 10^9) \frac{(4.5 \times 10^{-9})(4.5 \times 10^{-9})}{(0.03)^2} = 2 \times 10^{-4} \text{ N (repulsión)}$$

6. Determinar el campo eléctrico en el punto P(-2,4) [m] debido a la presencia de la carga  $q_1=10 \text{ } [\mu\text{C}]$  que se encuentra en el origen de un sistema cartesiano y de la carga  $q_2 = 20 \text{ } [\mu\text{C}]$  con coordenadas (4,5) [m].

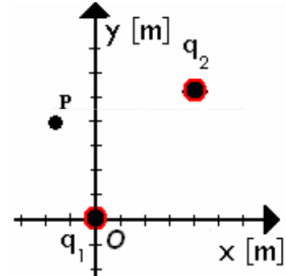
$$E = \vec{E}_{P1} + \vec{E}_{P2} \quad \vec{E}_{P1} = ke \cdot \frac{q_1}{r_{p1}^2} |r_{p1}| \quad \vec{E}_{P1} = 9 *$$

$$10^9 \frac{10 \times 10^{-6}}{4.47^2} \left( \frac{-2\hat{i} + 4\hat{j}}{\sqrt{4+16}} \right)$$

$$\vec{E}_{P1} = (-2011.5\hat{i} + 4023\hat{j}) \left[ \frac{\text{N}}{\text{C}} \right] \quad \vec{E}_{P2} = ke \cdot \frac{q_2}{r_{p2}^2} |r_{p2}|$$

$$\vec{E}_{P2} = 9 * 10^9 \frac{20 \times 10^{-6}}{6.08^2} \left( \frac{-6\hat{i} - 1\hat{j}}{\sqrt{36+1}} \right)$$

$$\vec{E}_{P2} = (-4801\hat{i} - 802.7\hat{j}) \left[ \frac{\text{N}}{\text{C}} \right] \quad \vec{E} = (-6813\hat{i} + 3220\hat{j}) \left[ \frac{\text{N}}{\text{C}} \right]$$



7. Dos cargas eléctricas puntuales, la una, A, triple que la otra, B, están separadas 1m. Determinar el punto en la que la unidad de carga positiva estaría en equilibrio.
- Cuando A y B tienen el mismo signo.
  - Cuando tienen signos opuestos.

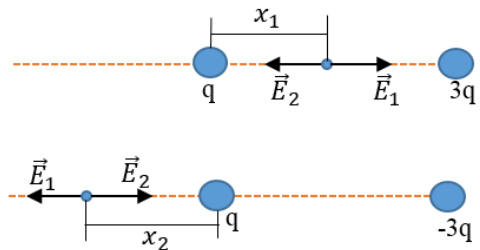
**SOLUCIÓN**

$$E_1 - E_2 = 0 \quad K_0 \frac{q}{x^2} - K_0 \frac{3q}{(1-x)^2} = 0$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{3}{(1-x)^2} \quad x_1 = 0,366\text{m} \quad x_2 = -1,366\text{m}$$

$x_1 =$  solución con cargas del mismo signo.

$x_2 =$  solución cuando tienen signos opuestos.



8. Una carga puntual positiva de  $10^{-2} \mu\text{C}$  se encuentra en el punto A(-1, 2, 1)m. Otra carga puntual negativa de  $-2 \times 10^{-2} \mu\text{C}$  se encuentra en B(2, -2, 2)m. Determinar el campo eléctrico creado por esta distribución en el punto C(3, 4, 0)m.

**SOLUCIÓN**

$$r_1 = AC = 4\hat{i} + 2\hat{j} + k\hat{k}; |r_1| = \sqrt{21}\text{m} \quad \frac{r_1}{|r_1|} = \frac{\sqrt{21}}{21} (4\hat{i} + 2\hat{j} + k)$$

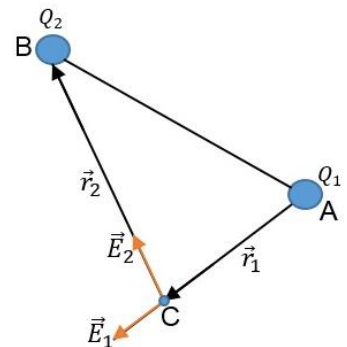
$$r_2 = CB = -\hat{i} - 6\hat{j} + 2k\hat{k}; |r_2| = \sqrt{41}\text{m} \quad \frac{r_2}{|r_2|} = \frac{\sqrt{41}}{41} (-\hat{i} - 6\hat{j} + 2k)$$

$$E_1 = 9 \times 10^9 \frac{10^{-8}}{21} = \frac{30}{7} \text{ N/C} \quad E_1 = \frac{10\sqrt{21}}{49} (4\hat{i} + 2\hat{j} + k) \text{ N/C}$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8}}{41} = \frac{180}{41} \text{ N/C} \quad E_2 = \frac{180\sqrt{41}}{1681} (-\hat{i} - 6\hat{j} + 2k) \text{ N/C}$$

$$E = E_1 + E_2 = \left( \frac{40\sqrt{21}}{49} - \frac{180\sqrt{41}}{1681} \right) \hat{i} + \left( \frac{20\sqrt{21}}{49} - \frac{1080\sqrt{41}}{1681} \right) \hat{j} + \left( \frac{10\sqrt{21}}{49} - \frac{360\sqrt{41}}{1681} \right) k \text{ N/C}$$

$$E = 3,061\hat{i} - 2,24\hat{j} + 2,31k \text{ N/C}$$



## PRÁCTICA DE FÍSICA II N° 3 (Tema: Carga Eléctrica y Campo Eléctrico)

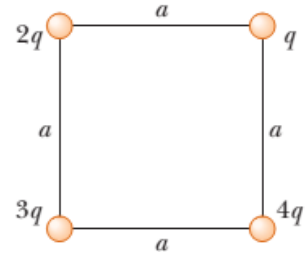
Sección : .....  
 Docente : Escribir el nombre del docente  
 Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../.....

**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

1. Dos cargas de  $3$  y  $-5 \mu\text{C}$  se encuentran en los puntos  $(1,0)$  m. y  $(6,0)$  m. Halla donde habrá de colocarse una carga de  $1 \mu\text{C}$  de tal forma que permanezca inmóvil.

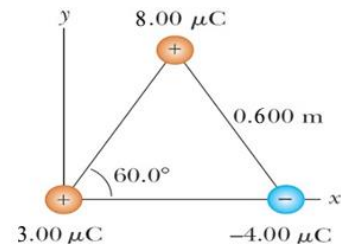
2. En las esquinas de un cuadrado de lado  $a=20$  cm, existen cuatro partículas con carga.  $q=4.5\mu\text{C}$  a) Determine la magnitud y dirección del campo eléctrico en la ubicación de la carga  $q$ . b) ¿Cuál es la fuerza eléctrica total ejercida sobre  $q$ ?



3. Dos cargas puntuales se atraen inicialmente entre sí con una fuerza de  $600$  N. Si su separación se reduce a un tercio de su valor original, ¿cuál es la nueva fuerza de atracción?

4. La separación entre dos protones en una molécula es de  $3.80 \times 10^{-10}$  m. Hallar la fuerza eléctrica ejercida entre ellos.

5. En las esquinas de un triángulo equilátero existen tres cargas puntuales. Calcule la fuerza eléctrica total sobre la carga de valor  $8.00 \mu\text{C}$ .



6. Dos esferas conductoras idénticas, con cargas de signos opuestos, se atraen con una fuerza de  $0.216\text{N}$  al estar separados  $0.60$  m. Las esferas se interconectan con un alambre conductor y a continuación se repelen con una fuerza de  $0.072$  N. ¿Cuáles eran las cargas iniciales en las esferas?

7. Se coloca una carga  $q_1 = 15.00 \mu\text{C}$  en el  $(-4,0)$  en el sistema de coordenadas  $xy$ , y una carga  $q_2 = -20.00 \mu\text{C}$  se sitúa sobre la parte positiva del eje  $x$ , en  $x = 8$  cm. a) Si ahora se coloca una tercera carga  $q_3=10$  nC en el punto  $x = 8$  cm,  $y = 9$  cm, determine las componentes  $x$  y  $y$  de la fuerza total ejercida sobre esta carga.

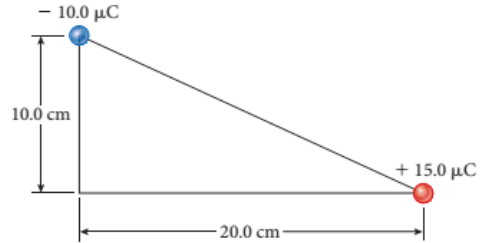
8. Una carga negativa de  $-8 \mu\text{C}$  ejerce una fuerza hacia abajo de  $0.950$  N, sobre una carga desconocida que está a  $0.40$  m directamente abajo ella. a) ¿Cuál es la carga desconocida (magnitud y signo)? b) ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la fuerza que la carga desconocida ejerce sobre la carga de  $-8 \mu\text{C}$ ?

9. En el punto  $(-5, 0)$  cm está situada una carga  $q_1 = -80 \mu\text{C}$  y en el punto  $(10, 0)$  cm otra carga  $q_2 = +125 \mu\text{C}$ . a) Determina: el vector campo eléctrico en el punto  $A(10, 20)$  cm b) Calcula la fuerza que actúa sobre una carga  $q_3 = -30 \mu\text{C}$  si se colocada en el punto A.

10. Sobre los extremos de un segmento AB de  $1\text{m}$  de una longitud se fijan dos cargas, una con  $q_1 = +8 \times 10^{-6}\text{C}$ , sobre el punto A y otra  $q_2 = +2 \times 10^{-6}\text{C}$ , sobre el punto B. Ubicar una tercera carga  $q_3 = +2 \times 10^{-6}\text{C}$ . Sobre el AB de modo que quede en equilibrio bajo la acción simultánea de las cargas dadas.

11. Dos partículas con carga de  $5.00 \mu\text{C}$  están localizadas sobre el eje  $x$ . Una está en  $x = 0.75 \text{ m}$  y la otra en  $x = -0.75 \text{ m}$ . Determine el campo eléctrico sobre el eje  $y$  en  $y = 0.40 \text{ m}$ .

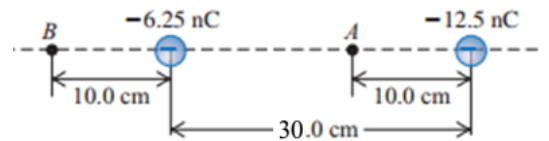
12. Dos cargas puntuales se colocan en dos de los vértices de un triángulo, como muestra la figura. Encuentre la magnitud y dirección del campo eléctrico en el tercer vértice del triángulo.



13. En el origen de coordenadas está situada una carga  $q_1 = +20 \mu\text{C}$  y en el punto  $(10,0)$  otra carga  $q_2 = -75 \mu\text{C}$ . Determina: el vector campo eléctrico en el punto  $A(3,10)$ . Además, calcula la fuerza que actúa sobre una carga  $q_3 = -15 \mu\text{C}$  si se colocada en el punto  $A$ .

14. Una pequeña bola metálica con una masa de  $4.0 \text{ g}$  y una carga de  $5.0 \mu\text{C}$  está colocada a una distancia de  $0.70 \text{ m}$  por arriba del nivel del suelo en un campo eléctrico de  $12 \text{ N/C}$  dirigido hacia el este. Luego, la bola se suelta a partir del reposo. ¿Cuál es la velocidad de la bola después de que ha recorrido una distancia vertical de  $0.30 \text{ m}$ ?

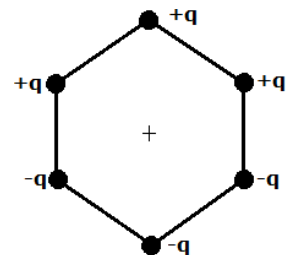
15. Dos cargas puntuales están separadas por  $30.0 \text{ cm}$ . Encuentre el campo eléctrico neto que producen tales cargas en a) el punto  $A$  y b) en el punto  $B$ . c) ¿Cuáles serían la magnitud y la dirección de la fuerza eléctrica que produciría esta combinación de cargas sobre un protón situado en el punto  $A$ ?



16. Dos partículas con cargas  $q_1 = 1.5 \times 10^{-8} \text{ nC}$  y  $q_2 = 2.5 \times 10^{-8} \text{ nC}$  están separadas por una distancia de  $1.20 \text{ m}$ . ¿En qué punto de la línea que conecta las dos cargas, el campo eléctrico total producido por ambas cargas es igual a cero?

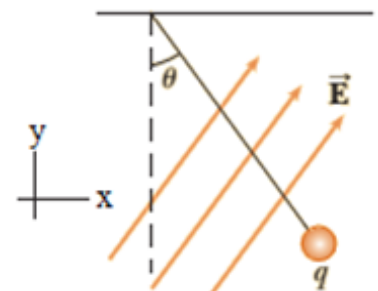
17. Una carga puntual positiva de  $2 \times 10^{-2} \mu\text{C}$  se encuentra en el punto  $A(-1, 2, 1) \text{ m}$ . Otra carga puntual negativa de  $-4 \times 10^{-2} \mu\text{C}$  se encuentra en  $B(2, -2, 2) \text{ m}$ . Determinar el campo eléctrico creado por esta distribución en el punto  $C(3, 4, 0) \text{ m}$ .

18. Calcular el vector campo eléctrico y el potencial del sistema de cargas de la figura en el centro del hexágono regular. Datos:  $q = 50 \mu\text{C}$ , lado =  $20 \text{ cm}$



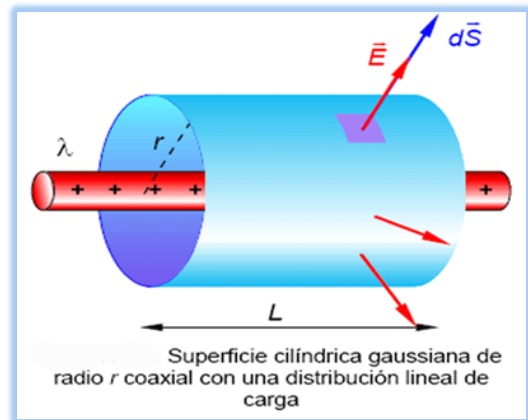
19. a) ¿Cuál es el campo eléctrico de un núcleo de hierro a una distancia de  $6.00 \times 10^{-10} \text{ m}$  de su núcleo? El número atómico del hierro es 26. Suponga que el núcleo puede tratarse como carga puntual. b) ¿Cuál es el campo eléctrico de un protón a una distancia de  $5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$  del protón? (Éste es el radio de la órbita del electrón en el modelo de Bohr para el estado fundamental del átomo de hidrógeno.)

20. Una pelota de corcho cargada con  $1.50 \text{ g}$  de masa está suspendida de un hilo muy ligero en un campo eléctrico uniforme, como se observa en la figura. Cuando  $\mathbf{E} = (5.00 \mathbf{i} + 8.00 \mathbf{j}) \times 10^5 \text{ N/C}$ , la pelota está en equilibrio en  $\theta = 37.0^\circ$ . Determine a) la carga sobre la pelota y b) la tensión en el hilo.



Semana 04
**Tema 04**
**LEY DE GAUSS**

Al término de este capítulo se podrá ver ¿Cómo determinar la cantidad de carga dentro de una superficie cerrada examinando el campo eléctrico sobre la superficie? • ¿Cuál es el significado de flujo eléctrico y cómo se calcula? • ¿Cómo la ley de Gauss relaciona al flujo eléctrico a través de una superficie cerrada con la carga encerrada por la superficie. • ¿Cómo usar la ley de Gauss para calcular el campo eléctrico debido a una distribución simétrica de la carga? • Dónde se localiza la carga en un conductor cargado.

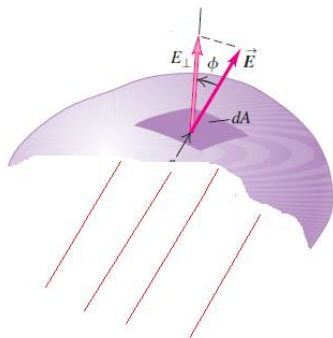

**Concepto de Flujo**

El concepto de flujo tiene que ver con el problema de resolver cuanto material pasa por una determinada área. En nuestro caso queremos saber cuánto del campo eléctrico atraviesa un área.

Se define el flujo como  $\phi \equiv EA$

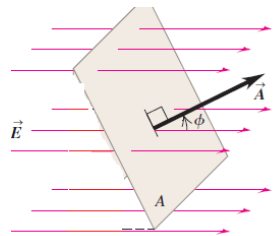
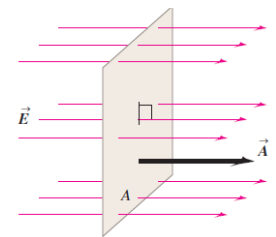
Si realizamos el mismo procedimiento que en el caso anterior tendremos para el flujo:  $\phi \equiv EA \cos \phi$ .

Lo cual es el producto escalar de dos vectores:  $\phi \equiv \vec{E} \cdot \vec{A}$



En este caso:  
 $d\phi \equiv \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \cos \phi dA$

En general, para una superficie amorfa:  
 $\phi = \iint_S E \cos \phi dA$


**Ley de Gauss**

Si se considera una superficie amorfa cerrada  $S$  (superficie gaussiana), en cuyo interior se encuentra una carga neta  $q_N$ , se tiene que el flujo eléctrico que atraviesa dicha superficie es

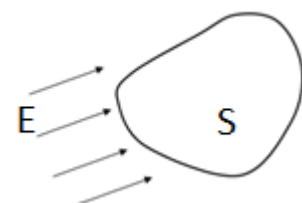
$$\frac{q_N}{\epsilon_o}, \text{ donde } \epsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}$$

$$\phi = \frac{q_N}{\epsilon_o}$$

**Caso especial**

Si la carga neta es cero, entonces el flujo eléctrico es cero.

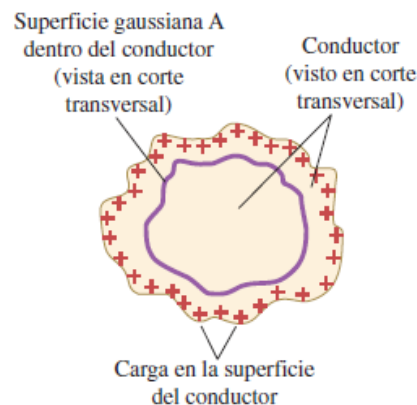
$$\phi_S = 0$$



**APLICACIONES DE LA LEY DE GAUSS**

i) Campo eléctrico en el interior de un conductor cargado

La carga en exceso en un conductor se sitúa en la superficie y el campo  $E$  en el interior es cero.



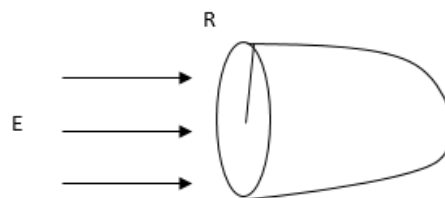
ii) Campos eléctricos para otras distribuciones de carga. (Cuadro obtenido del Sears (2012), T 2)

**Campo eléctrico de varias distribuciones simétricas de carga:** En la siguiente tabla se listan los campos eléctricos generados por varias distribuciones simétricas de carga. En la tabla,  $q$ ,  $Q$ ,  $\lambda$  y  $\sigma$  se refieren a las *magnitudes* de las cantidades.

Distribución de la carga	Punto en el campo eléctrico	Magnitud del campo eléctrico
Una sola carga puntual	Distancia $r$ desde $q$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$
Carga $q$ en la superficie de una esfera conductora de radio $R$	Esfera exterior, $r > R$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$
	Esfera interior, $r < R$	$E = 0$
Alambre infinito, carga por unidad de longitud $\lambda$	Distancia $r$ desde el alambre	$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$
Cilindro conductor infinito con radio $R$ , carga por unidad de longitud $\lambda$	Cilindro exterior, $r > R$	$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$
	Cilindro interior, $r < R$	$E = 0$
Esfera aislante sólida con radio $R$ , carga $Q$ distribuida de manera uniforme en todo el volumen	Esfera exterior, $r > R$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$
	Esfera interior, $r < R$	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qr}{R^3}$
Placa infinita cargada con carga uniforme por unidad de área $\sigma$	Cualquier punto	$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$
Dos placas conductoras con cargas opuestas con densidades superficiales de carga $+\sigma$ y $-\sigma$	Cualquier punto entre las placas	$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

**EJERCICIO 1**

Determine el flujo eléctrico en la parte paraboloide de la siguiente estructura en forma de "bala", si el campo eléctrico que lo atraviesa es  $E$  y proviene de fuera de la superficie, el radio de la parte circular es  $R$


**SOLUCION**

**Datos:**  $E$  y  $R$  Debemos observar que el campo  $E$  que atraviesa la superficie proviene de fuera de ella, no es un campo generado en el interior de la superficie, por lo que la carga neta encerrada es cero. Por tanto:  $\phi_s = 0$ .

Pero, podemos considerar la superficie en forma de "bala", como compuesta de dos superficies: Una circular y otra formada por el paraboloide, por lo que:

$$\phi_{circular} + \phi_{paraboloid} = 0$$

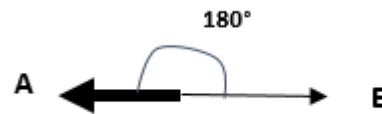
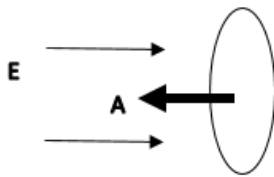
$$\phi_{paraboloid} = -\phi_{circular}$$

Por lo que, calcular el flujo en el círculo permitirá determinar el flujo en el paraboloide.

Hallando el flujo en el área circular

Por definición:  $\phi_{circulo} = EA \cos \theta$  Como E y R son conocidos, tenemos:

$$\phi_{circulo} = E\pi R^2 \cos \theta \quad \text{Sólo falta conocer el ángulo } \theta \text{ entre E y el vector de área A:}$$



De acuerdo a la imagen observada se deduce que el ángulo es  $180^\circ$ , por lo que:

$$\phi_{circulo} = E\pi R^2 \cos \theta = E\pi R^2 \cos 180 = E\pi R^2 (-1) = -E\pi R^2$$

Por lo que:  $\phi_{paraboloid} = -\phi_{circular} = -(-E\pi R^2)$  De donde resulta que:

$$\phi_{paraboloid} = E\pi R^2$$

### EJERCICIO 2

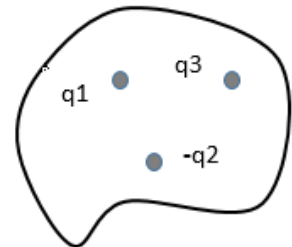
En el interior de una superficie amorfa S, se encuentran las siguientes cargas:  $q_1 = 15 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = -4 \mu\text{C}$  y  $q_3 = 3 \mu\text{C}$ . Determine el flujo eléctrico que emerge de la superficie S.

### SOLUCION

**Datos:**  $q_1 = 15 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = -4 \mu\text{C}$  y  $q_3 = 3 \mu\text{C}$

Como las cargas están en el interior de la superficie, aplicamos

la ley de Gauss que indica que el flujo es la carga neta encerrada entre  $\epsilon_0$ , de este modo:



$$\phi_s = \frac{q_N}{\epsilon_0}$$

$$\phi_s = \frac{q_N}{\epsilon_0} = \frac{15 \mu\text{C} - 4 \mu\text{C} + 3 \mu\text{C}}{8,85 \times 10^{-12} \text{C}^2 / \text{Nm}^2} = \frac{14 \mu\text{C}}{8,85 \times 10^{-12} \text{C}^2 / \text{Nm}^2} = \frac{14 \times 10^{-6} \text{C}}{8,85 \times 10^{-12} \text{C}^2 / \text{Nm}^2}$$

$$\phi_s = 1,6 \times 10^6 \text{Nm}^2 / \text{C}$$

## GUIA DE PRÁCTICA DE FÍSICA II N° 4 (Tema: Ley De Gauss)

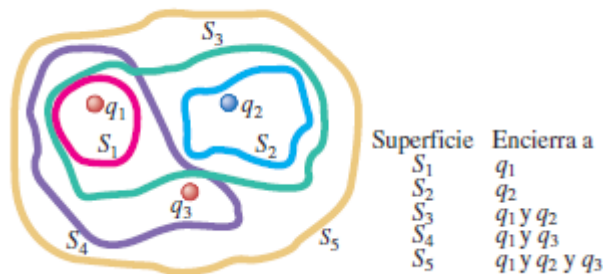
Sección : .....  
 Docente : Escribir el nombre del docente  
 Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../.....

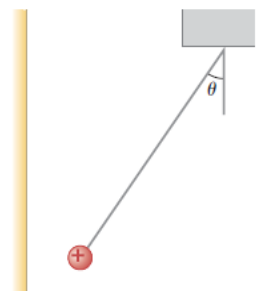
**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

- 1.- Una superficie hemisférica con radio  $r$  en una región de campo eléctrico uniforme  $E$  tiene su eje alineado en forma paralela con la dirección del campo. Calcule el flujo a través de la superficie.
- 2.- Una delgada hoja de papel tiene un área de  $0.250 \text{ m}^2$  y está orientada de tal modo que la normal a la hoja forma un ángulo de  $60^\circ$  con un campo eléctrico uniforme de magnitud  $14 \text{ N/C}$ . a) Calcule la magnitud del flujo eléctrico a través de la hoja. b) ¿La respuesta al inciso a) depende de la forma de la hoja? ¿Por qué? c) Para qué ángulo  $\theta$  entre la normal a la hoja y el campo eléctrico, la magnitud del flujo a través de la hoja es: i) máxima y ii) mínima? Explique sus respuestas.
- 3.- Las tres esferas pequeñas que se muestran en la figura 22.33 tienen cargas  $q_1 = 4.00 \text{ nC}$ ,  $q_2 = 27.80 \text{ nC}$  y  $q_3 = 2.40 \text{ nC}$ . Calcule el flujo eléctrico neto a través de cada una de las siguientes superficies cerradas que se ilustran en sección transversal en la figura: a)  $S_1$ ; b)  $S_2$ ; c)  $S_3$ ; d)  $S_4$ ; e)  $S_5$ . f) Las respuestas para los incisos a) a e), ¿dependen de la manera en que está distribuida la carga en cada esfera pequeña? ¿Por qué?

**Figura 22.33** Ejercicio 22.8.



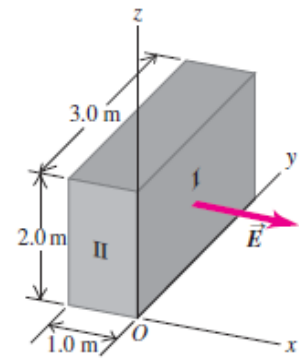
**Figura 22.37**  
Problema 22.41.



- 4.- Una esfera metálica sólida con radio de  $0.450 \text{ m}$  tiene una carga neta de  $0.250 \text{ nC}$ . Determine la magnitud del campo eléctrico a) en un punto a  $0.100 \text{ m}$  fuera de la superficie, y b) en un punto dentro de la esfera, a  $0.100 \text{ m}$  bajo la superficie.
- 5.- Una esfera pequeña con masa de  $0.002 \text{ g}$  tiene una carga de  $5.00 \times 10^{-8} \text{ C}$  y cuelga de un cordel cerca de una lámina muy grande, conductora y con carga positiva, como se ilustra en la figura 22.37. La densidad de carga en la lámina es de  $2.50 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$ . Encuentre el ángulo que forma el cordel.
- 6.- El campo eléctrico en la figura 22.35 es paralelo en todo lugar al eje  $x$ , por lo que las componentes  $E_y$  y  $E_z$  son iguales a cero. La componente  $x$  del campo  $E_x$  depende de  $x$ , pero no de  $y$  ni de  $z$ . En los puntos del plano  $yz$  (donde  $x = 0$ ),  $E_x = 125 \text{ N/C}$ . a) ¿Cuál es el flujo eléctrico a través de la superficie I en la figura 22.35? b) ¿Cuál es el flujo eléctrico a través de la superficie II? c) El volumen que se ilustra en la figura es una pequeña sección

de un bloque muy grande aislante de 1.0 m de espesor. Si dentro de ese volumen hay una carga total de 224.0 nC, ¿cuáles son la magnitud y dirección de en la cara opuesta a la superficie I? d) El campo eléctrico, ¿es producido sólo por cargas dentro del bloque, o también se debe a cargas fuera del bloque? ¿Cómo saberlo?

**Figura 22.35**  
Problema 22.33.

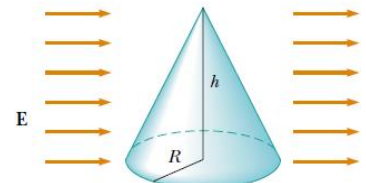


7.- Una línea uniforme y muy larga de carga tiene  $4.80 \mu\text{C}/\text{m}$  por unidad de longitud y se ubica a lo largo del eje x. Una segunda línea uniforme de carga tiene una carga por unidad de longitud de  $-2.40 \mu\text{C}/\text{m}$  y está situada paralela al eje x en  $y = 0.400 \text{ m}$ . ¿Cuál es el campo eléctrico neto (magnitud y dirección) en los siguientes puntos sobre el eje y: a)  $y = 0.200 \text{ m}$  y b)  $y = 0.600 \text{ m}$ ?

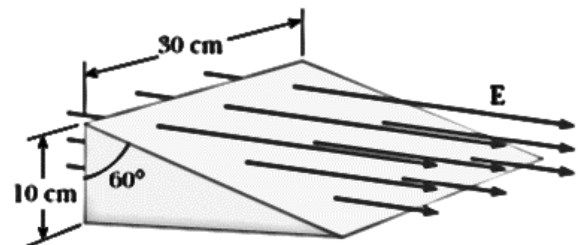
8.- El campo eléctrico a  $0.400 \text{ m}$  de una línea uniforme y muy larga de carga es de  $840 \text{ N/C}$ . ¿Cuánta carga está contenida en una sección de  $2.00 \text{ cm}$  de la línea

(Fuente: Serway y Jewett (2012))

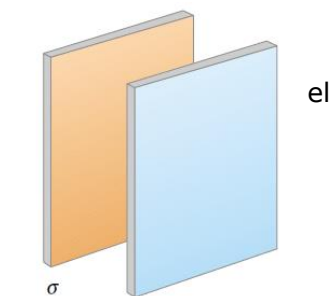
9.- Un cono de base de radio R y altura h está localizado sobre una mesa. Un campo uniforme horizontal E penetra al cono como se muestra en la figura. Determine el flujo eléctrico que entra el lado izquierdo del cono.



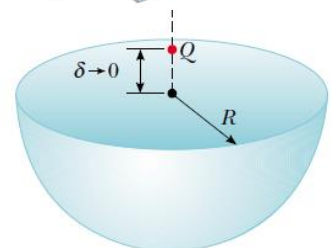
10.- Considere una caja triangular cerrada reposando dentro de un campo eléctrico horizontal  $E = 7,80 \times 10^4 \text{ N/C}$  como se muestra en la figura. A) Calcule el flujo eléctrico a través de la superficie rectangular vertical. B) sobre el plano inclinado. C) sobre la caja entera.



11.- Dos hojas no conductoras infinitas cargadas son paralelas como se ilustra en el gráfico. La hoja de la izquierda tiene una densidad uniforme de carga  $\sigma$  y la de la derecha  $-\sigma$  a) Determine campo a la izquierda de las hojas, b) en medio y c) a la derecha.



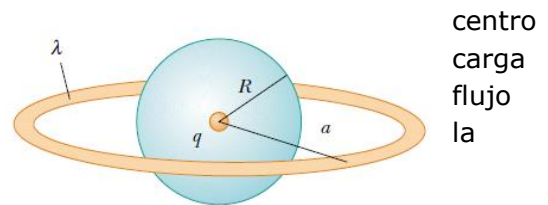
12.- Una carga puntual Q está localizada justo por encima del centro de la cara plana de un hemisferio de radio R como se muestra en la figura. A) ¿Cuál es el flujo eléctrico a través de la superficie curvada y B) a través de la cara plana.





13.- Una pirámide con una base cuadrada horizontal de 6m de lado y una altura de 4m está localizada en un acampo eléctrico vertical de 52 N/C. Determine el flujo eléctrico total a través de las cuatro superficies inclinadas de la pirámide.

14.- Una carga puntual  $q$  está localizado en el centro de un anillo uniforme que tiene una densidad de lineal  $\lambda$  y radio  $a$ , como se muestra. Determine el flujo total a través de una esfera de radio  $R$  centrada en carga puntual y con  $R < a$ .



15.- Un campo eléctrico uniforme  $a_i + b_j$  intersecta una superficie de área  $A$ . ¿Cuál es el flujo a través de esta área si la superficie yace A) en el plano YZ? B) En el plano XZ? C) En el plano XY?

16.- Una distribución de carga lineal infinita tiene una densidad de carga  $\lambda$ , yace a una distancia  $d$  del punto  $O$  mostrado en la figura. Determine el flujo eléctrico total a través de la superficie de una esfera de radio  $R$  centrado en  $O$  debido a esta línea cargada. Considerar ambos casos, donde  $R < d$  y  $R > d$

17.- Una carga puntual se halla en el centro de una superficie cúbica de 4 cm de arista. Calcule el flujo del campo eléctrico en una cara de dicha superficie cerrada.

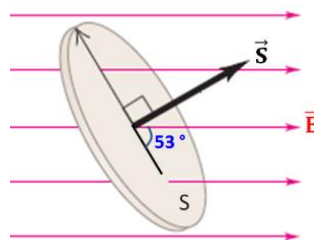
18.-Determine el flujo eléctrico en un cubo, si una carga puntual se localiza en un vértice.

19.- Un disco con radio de 50 cm se orienta con su vector de superficie, respecto a un campo eléctrico uniforme con magnitud de  $2.5 \times 10^3$  N/C, como se muestra en la figura.

a) ¿Cuál es el flujo eléctrico a través del disco?

b) ¿Cuál sería el flujo eléctrico que cruzaría el disco si este se girara de manera que su vector de superficie fuera perpendicular al campo eléctrico;

c) ¿Cuál sería el flujo eléctrico que pasaría a través del disco si su vector de superficie fuera paralela al campo eléctrico.



20.- El flujo eléctrico total de una caja cúbica de 28.0 cm de lado es  $1.84 \times 10^3$  Nm<sup>2</sup>/C. ¿Cuál es la carga encerrada dentro de la caja?

**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II**  
**Laboratorio N° 02: Campo eléctrico**

Sección : .....

Docente : Escribir el nombre del docente

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : ../.../..... Duración: ...80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**1. TEMA**

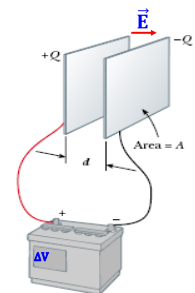
Campo eléctrico formado entre dos placas metálicas paralelas para obtener las líneas y superficie equipotencial plana.

**II. PROPÓSITO**

Determinar las Líneas de campo eléctrico y las líneas y superficie equipotencial plana.

**III. OBJETIVOS**

- Graficar las líneas equipotenciales en la vecindad de dos configuraciones de carga (electrodos).
- Calcular la diferencia de potencial entre dos puntos.
- Calcular la intensidad media del campo eléctrico.



**IV. FUNDAMENTO TEÓRICO**

Campo Eléctrico: está dado por la ecuación:  $E = \frac{F}{|q_2|}$

Campo eléctrico entre dos placas paralelas:  $E = \frac{V_A - V_B}{d}$

**V. MATERIALES Y EQUIPOS**

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD
01	Fuente de voltaje de CD. 0 - 25 V	01
02	Voltímetro de CD	01
03	Electrodos	03
04	Cables de conexión	01
05	Sal sulfato de cobre	01
06	02 Papeles milimetrados.	01
07	Cubeta de vidrio o acrílico	01

**VI. NOTAS DE SEGURIDAD**

Tener cuidado en preparar la solución de sulfato de cobre para utilizar en la cubeta de vidrio

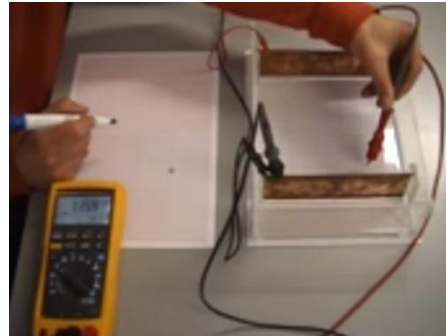
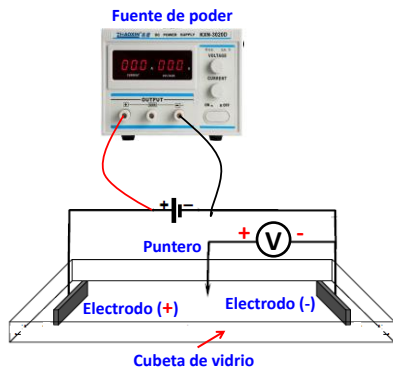
**VII. CÁLCULOS A REALIZAR**

Trazos de puntos en un papel milimetrado, para la obtención de las líneas del campo eléctrico.

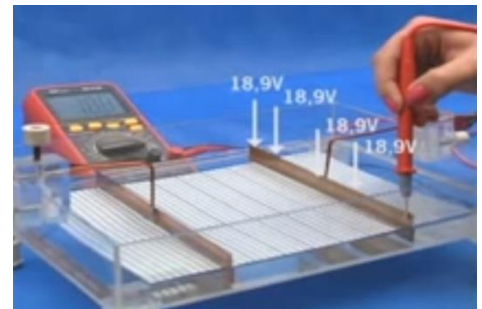
**VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

1. Instale el circuito del esquema mostrado.

2. El voltímetro mide la diferencia de potencial entre un punto del electrodo fijo (-) y el puntero que se encuentra en la punta de prueba (+) y es movable.



2. Colocar los electrodos de cobre sobre el fondo de la cubeta de vidrio, antes de echar la solución electrolítica de  $\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .
3. Eche la solución electrolítica en el recipiente de vidrio.
4. Con el voltímetro, mida la diferencia de potencial entre un punto del electrodo y el punto extremo inferior del electrodo de prueba móvil.
5. En cada una de las dos hojas de papel milimetrado trace un sistema de coordenadas XY, ubicando el origen en la parte central de la hoja, dibuje el contorno de cada electrodo en las posiciones que quedarán definitivamente en la cubeta.
6. Ubique una de las hojas de papel milimetrado debajo de la cubeta de vidrio. Esta servirá para hacer las lecturas de los puntos de igual potencial que irá anotando en el otro papel.
7. Sin hacer contacto con los electrodos mida la diferencia de potencial entre ellos acercando el electrodo de prueba a cada uno de los otros dos casi por contacto y tomando nota de las lecturas del voltímetro.
8. Seleccione un número de líneas equipotenciales por construir, no menor de diez puntos.
9. Desplace la punta de prueba en la cubeta y determine puntos para los cuales la lectura del voltímetro permanece. Anote lo observado y represente estos puntos en su hoja de papel milimetrado auxiliar.
10. Una los puntos de igual potencial mediante trazo continuo, habrá Ud. determinado cada una de las superficies.



## IX. RESULTADOS O PRODUCTOS

Mediante las mediciones de los voltajes en distintos puntos dentro del papel milimetrado, obtendremos puntos que al ser unido y graficado en otro papel milimetrado nos dará las líneas equipotenciales que luego generará las líneas del campo eléctrico.

## X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimentalmente las Líneas de campo eléctrico y las líneas de superficie equipotencial plana

## XI. CUESTIONARIO:

1. Determine la magnitud del campo eléctrico entre las líneas equipotenciales. ¿El campo eléctrico es uniforme? ¿Por qué?
2. En su gráfica, dibuje algunas líneas equipotenciales para el sistema de electrodos que utilizó.
3. ¿Cómo serían las líneas equipotenciales si los electrodos fueran de diferentes formas?
4. ¿Por qué nunca se cruzan las líneas equipotenciales?
5. Si Ud. imaginariamente coloca una carga de prueba en una corriente electrolítica ¿Cuál será su camino de recorrido?
6. ¿Por qué las líneas de fuerza deben formar un ángulo recto con las líneas equipotenciales cuando las cruzan?

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

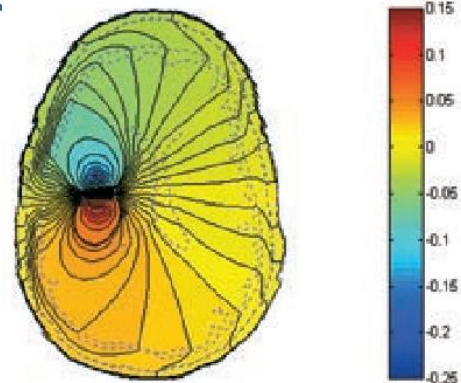
3. Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young y Roger A. Freedman. **Física Universitaria**. Vol 2. XII Edición Pearson Education; México; 2009.
4. Raymond A. Serway y John W. Jevett. Física para Ciencias e Ingenierías. Vol 2. VII Edición. Editorial Thomson; 2008.

**Semana 05**

**Tema 05**

**POTENCIAL ELÉCTRICO**

El funcionamiento del sistema nervioso humano depende de la electricidad. Pequeñas corrientes se desplazan a lo largo de células nerviosas para señalar, por ejemplo, que los músculos se contraigan o que se secreten los fluidos digestivos o que las células blancas ataquen un invasor. El cerebro es un centro de actividad eléctrica; en la medida en la que las señales provienen de órganos detectores y del resto del cuerpo, éstas son procesadas y estimulan nueva actividad, como el pensamiento o las emociones. Las imágenes que se muestran en la figura son mapas eléctricos del cerebro, producidos en la preparación de cirugía cerebral exploratoria. Las líneas delgadas indican potencial eléctrico constante, un tema que se aborda en este capítulo. Así como la intensidad del campo eléctrico es fuerza por unidad de carga, el potencial eléctrico es energía potencial por unidad de carga. El potencial eléctrico es una propiedad del campo eléctrico, no del objeto cargado que produce el campo. Esta distinción es importante porque hace del potencial eléctrico algo muy útil para trabajar con campos y circuitos eléctricos.

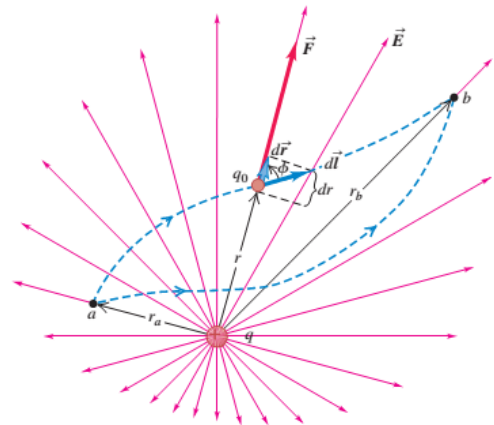


**TEORIA Y FÓRMULAS BÁSICAS**

La fuerza eléctrica originada por cualquier conjunto de cargas en reposo es una fuerza conservativa. El trabajo  $W$  que la fuerza eléctrica realiza sobre una partícula con carga trasladándose dentro de un campo se puede representar mediante el cambio de una función potencial de energía  $U$ .

$$W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_{r_a}^{r_b} F dr = \int_{r_a}^{r_b} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} dr \quad dr = dl \cos\phi$$

$$W_{a \rightarrow b} = -\frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right)$$

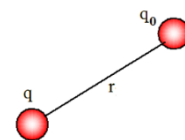


Si las fuerzas internas realizan un trabajo positivo, el sistema gasta energía potencial, entonces  $U_{final} < U_{inicial}$

$$W_{int} = -\frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right) \quad U_f - U_i = -W_{int}$$

Energía potencial de un sistema compuesto por dos partículas cargadas:  $U_2$

Energía potencial eléctrica en el estado final:  $r_f \rightarrow r \quad r_i \rightarrow \infty, U_f = U_2, U_i = 0$

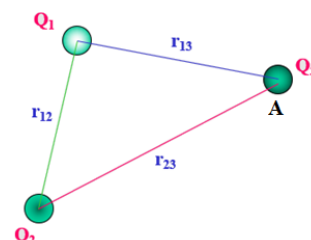


$$U_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r}$$

Energía potencial de un sistema compuesto por tres partículas cargadas

$$U_3 = U_2 + W_{\infty \rightarrow A}$$

$$U_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2 q_3}{r_{23}}$$

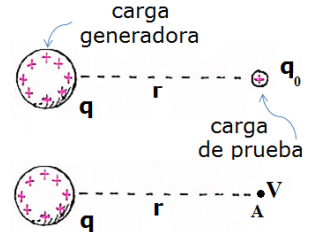


Energía Potencial de sistema compuesto por n cargas puntuales

$$u_n = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

**El potencial**, es la energía potencial por unidad de carga. Se define el potencial V en cualquier punto en el campo eléctrico como la energía potencial U por unidad de carga asociada con una carga de prueba q<sub>0</sub> en ese punto:

$$V = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q_0} = \frac{U}{q_0} = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q q_0}{r}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$



Para n cargas puntuales

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r}$$

$$V = \frac{U}{q_0} \quad \text{o} \quad U = q_0 V$$

La diferencia de potencial entre dos puntos a y b, también llamada potencial de a con respecto a b. está dada por la integral de línea de E. El potencial en un punto dado se encuentra hallando primero  $\vec{E}$  y efectuando luego esta integral.

La diferencia de potencial entre dos puntos es igual a la cantidad de trabajo que se necesitaría para trasladar una carga positiva unitaria de prueba entre esos puntos.

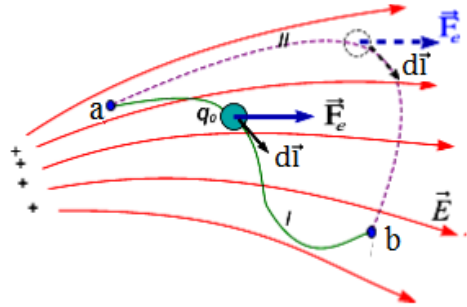
$$V_{ab} = \frac{W_{a \rightarrow b}}{q_0} = -\frac{\Delta U}{q_0} = -\left(\frac{U_b}{q_0} - \frac{U_a}{q_0}\right) = (V_b - V_a) = V_a - V_b$$

$$W_{a \rightarrow b} = q_0(V_a - V_b)$$

Obtención del potencial eléctrico a partir del campo eléctrico

$$W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_a^b q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

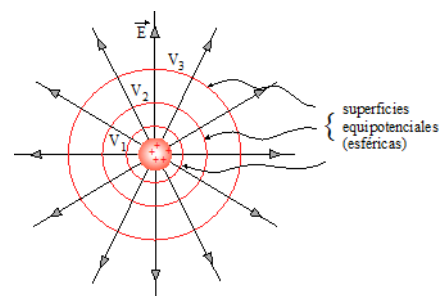
$$V_a - V_b = \frac{W_{a \rightarrow b}}{q_0} = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_a^b E \cos\phi dl$$



Dos conjuntos de unidades equivalentes de magnitud de campo eléctrico son voltios por metro (V/m) y newtons por coulomb (N/C). Un voltio es un joule por coulomb (1 V = 1 J/C). Una unidad de energía muy útil es el electrón volt (eV), que es la energía correspondiente a una partícula cuya carga es igual a la de un electrón que se desplaza a través de una diferencia de potencial de un voltio. El factor de conversión es 1 eV es  $-1.602 \times 10^{-19}$  J.

### Superficies equipotenciales

Son superficies donde el potencial es el mismo valor en todos los puntos



### Relación entre campo eléctrico y potencial eléctrico

Coordenadas rectangulares

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} \quad \text{también} \quad E(x, y, z) = -\left(\frac{\partial V}{\partial x} i + \frac{\partial V}{\partial y} j + \frac{\partial V}{\partial z} k\right)$$

Coordenadas polares

$$E_r = -\frac{\partial V}{\partial r} \quad E_\theta = -\frac{\partial V}{\partial \theta} \quad \text{también} \quad E(r, \theta) = -\left(\frac{\partial V}{\partial r} \mu_r + \frac{\partial V}{\partial \theta} \mu_\theta\right)$$

**PROBLEMAS RESUELTOS**

1. En el punto A de un campo eléctrico, una carga eléctrica de  $q=20 \times 10^{-8}$  C, adquiere una energía potencial de  $85 \times 10^{-4}$  J. Determinar el valor del Potencial Eléctrico en el punto A.

**Solucion:**

Energía Potencial es sinónimo de trabajo, es el trabajo para llevar la carga de  $q=20 \times 10^{-8}$  C desde el infinito hasta el punto A, la energía potencial invertida es de  $85 \times 10^{-4}$  J.

$$V_A = \frac{U}{q} = \frac{W_{\infty \rightarrow A}}{q} = \frac{85 \times 10^{-4}}{20 \times 10^{-8}} = 4.25 \times 10^4 \text{ V}$$

2. Una carga puntual  $q_1 = +2.40 \mu\text{C}$  se mantiene estacionaria en el origen. Una segunda carga puntual  $q_2 = -4.30 \mu\text{C}$  se mueve del punto  $x=0.150$  m,  $y=0$ , al punto  $x=0.250$  m,  $y=0.250$  m. ¿Cuánto trabajo realiza la fuerza eléctrica sobre  $q_2$ ?

Solucion:

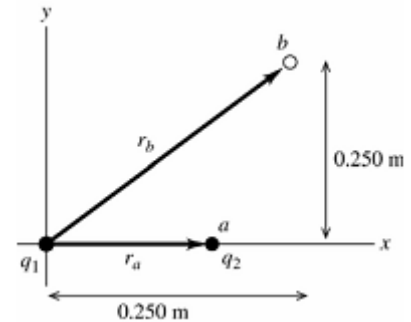
$$r_a = 0.150$$

$$r_b = \sqrt{0.25^2 + 0.25^2} = 0.3536 \quad W_{a \rightarrow b} = U_a - U_b$$

$$U_a = \frac{k_e(q_1 q_2)}{r_a} = (8.998 \times 10^9) \frac{(+2.4 \times 10^{-6})(-4.30 \times 10^{-6})}{0.150} = -0.6184 \text{ J}$$

$$U_b = \frac{k_e(q_1 q_2)}{r_b} = (8.998 \times 10^9) \frac{(+2.4 \times 10^{-6})(-4.30 \times 10^{-6})}{0.3536} = -0.2623 \text{ J}$$

$$W_{a \rightarrow b} = U_a - U_b = -0.6184 - (-0.2623) = -0.356 \text{ J}$$



3. En tres vértices de un cuadrado de 40 cm de lado se han situado cargas eléctricas de  $+125 \mu\text{C}$ . Calcula: a) El potencial eléctrico en el cuarto vértice; b) el trabajo necesario para llevar una carga de  $-10 \mu\text{C}$  desde el cuarto vértice hasta el centro del cuadrado.

a) Para calcular el trabajo vamos a calcular el potencial eléctrico en A y B.

$$V_A = K \frac{Q_1}{r_1} + K \frac{Q_2}{r_2} + K \frac{Q_3}{r_3} = KQ \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \right) =$$

$$9 \cdot 10^9 \cdot 125 \cdot 10^{-6} \left( \frac{1}{0.4} + \frac{1}{0.4\sqrt{2}} + \frac{1}{0.4} \right) = 7.6 \cdot 10^6 \text{ V}$$

Para calcular  $V_B$  tendremos en cuenta que las tres cargas son iguales y se encuentran a la misma distancia, luego:

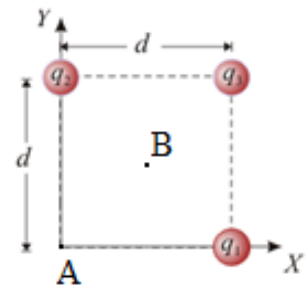
$$V_B = KQ \left( \frac{1}{r} \cdot 3 \right) = 1.19 \cdot 10^7 \text{ V} \quad \text{Donde } r \text{ es la mitad de la}$$

diagonal del cuadrado

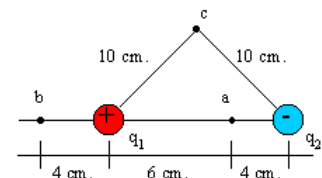
$$r = \frac{0.4\sqrt{2}}{2} = 0.2828 \text{ m} \quad K = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2 \quad \text{y } Q = 125 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Por último, el trabajo necesario para llevar una carga de  $-10 \mu\text{C}$  desde A a B será:

$$W_{A \rightarrow B}^{Ext} = (V_B - V_A)q = (1.19 \cdot 10^7 - 7.6 \cdot 10^6)(-10 \cdot 10^{-6}) = -43 \text{ J}$$



4. Dos cargas puntuales  $q_1 = 12 \times 10^{-9}$  C y  $q_2 = -12 \times 10^{-9}$  C están separadas 10 cm. como muestra la figura. Calcular la diferencia de potencial entre los puntos ab, bc y ac.



**Potencial en punto a:**  $V_a = K \frac{q_1}{r_{1a}} + K \frac{q_2}{r_{2a}} = K \left( \frac{q_1}{r_{1a}} + \frac{q_2}{r_{2a}} \right)$

$$V_a = 9 \times 10^9 \left( \frac{12 \times 10^{-9}}{0.06} + \frac{-12 \times 10^{-9}}{0.04} \right) = -900 \text{ V}.$$

**Potencial en punto b:**  $V_b = K \frac{q_1}{r_{1b}} + K \frac{q_2}{r_{2b}} = K \left( \frac{q_1}{r_{1b}} + \frac{q_2}{r_{2b}} \right)$

$$V_b = 9 \times 10^9 \left( \frac{12 \times 10^{-9}}{0.04} + \frac{-12 \times 10^{-9}}{0.14} \right) = 1.929 \text{ V}.$$

**Potencial en punto c:**  $V_c = K \frac{q_1}{r_{1c}} + K \frac{q_2}{r_{2c}} = K \left( \frac{q_1}{r_{1c}} + \frac{q_2}{r_{2c}} \right)$

$$V_c = 9 \times 10^9 \left( \frac{12 \times 10^{-9}}{0.10} + \frac{-12 \times 10^{-9}}{0.10} \right) = 0.$$

**Cálculo de los potenciales solicitados**

**V<sub>ab</sub>** = V<sub>a</sub> - V<sub>b</sub> = -900 V - 1.929 V = **- 2.829 V**

**V<sub>bc</sub>** = V<sub>b</sub> - V<sub>c</sub> = 1.929 V - 0 = **1.929 V**

**V<sub>ac</sub>** = V<sub>a</sub> - V<sub>c</sub> = -900 V - 0 = **- 900 V**

5. a) Calcule la energía potencial de un sistema de dos esferas pequeñas, una con carga de  $q_1 = 2.00 \mu\text{C}$  y la otra con carga de  $q_2 = -3.50 \mu\text{C}$ , con sus centros separados por una distancia de 0.250 m. Suponga una energía potencial igual a cero cuando las cargas están separadas por una distancia infinita. b) Suponga que una de las esferas permanece en su lugar y la otra, con masa de  $m = 1.50 \text{ g}$ , se aleja de ella. ¿Qué rapidez inicial mínima sería necesario que tuviera la esfera en movimiento para escapar por completo de la atracción de la esfera fija? (Para escapar, la esfera en movimiento tendría que alcanzar una rapidez de cero cuando hubiera una distancia infinita entre ella y la esfera fija.)

**Solución:**

a)  $U = \frac{k_e (q_1 q_2)}{r} = (8.998 \times 10^9) \frac{(+2.0 \times 10^{-6})(-3.50 \times 10^{-6})}{0.250} = -0.252 \text{ J}$

b) De la Ley de conservación de la energía:  $E_{Ka} + U_a = E_{Kb} + U_b$   
 $E_{Kb} = 0 \quad U_b = 0 \quad U_a = -0.252 \text{ J} \quad E_{Ka} = \frac{1}{2} m v_a^2$

$$v_a = \sqrt{\frac{2E_{Ka}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.252}{1.5 \times 10^{-3}}} = 18.3 \text{ m/s}$$



## GUIA DE PRÁCTICA DE FÍSICA II N° 5 (Tema: Potencial Eléctrico)

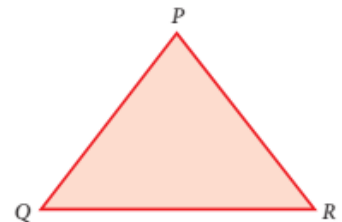
 Sección : .....  
 Docente : Escribir el nombre del docente  
 Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

 Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../.....

**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

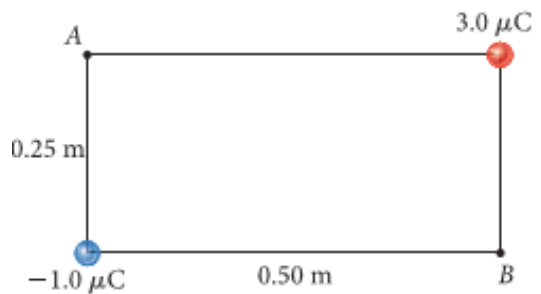
- ¿Cuál es la energía potencial eléctrica del sistema formado por 3 partículas cuyas cargas son iguales y de magnitud 10 nC, ubicadas en los vértices de un triángulo equilátero de lado 5 cm?
- Una carga puntual  $q_1$  se mantiene estacionaria en el origen. Se coloca una segunda carga  $q_2$  en el punto  $a$ , y la energía potencial eléctrica del par de cargas es  $+8.4 \times 10^{-8}$  J. Cuando la segunda carga se mueve al punto  $b$ , la fuerza eléctrica sobre la carga realiza  $-2.5 \times 10^{-8}$  J de trabajo. ¿Cuál es la energía potencial eléctrica del par de cargas cuando la segunda carga se encuentra en el punto  $b$ ?

- Tres cargas,  $q_1$ ,  $q_2$  y  $q_3$ , están ubicadas en los vértices de un triángulo equilátero de lado 1.2 m. Encuentre el trabajo realizado sobre cada uno de los casos siguientes. a) Llevar la primera partícula,  $q_1 = 1.0$  pC, desde el infinito hasta P. b) Llevar la segunda partícula,  $q_2 = 2.0$  pC, desde el infinito hasta Q. c) Llevar la última partícula,  $q_3 = 3.0$  pC, desde el infinito hasta R.

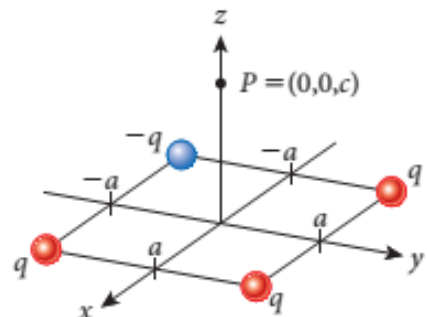


- Al trasladar una carga  $Q$  de un punto A al infinito se realiza un trabajo de 1,25 J. Si se traslada del punto B al infinito, se realiza un trabajo de 4,5 J; a) calcula el trabajo realizado al desplazar la carga del punto A al B ¿Qué propiedad del campo el eléctrico has utilizado? B) si  $q = -5 \mu\text{C}$ , calcula el potencial eléctrico en los puntos A y B.
- Demuestre que la cantidad de trabajo requerida para colocar cuatro partículas con carga idénticas de magnitud  $Q$  en las esquinas de un cuadrado de lado  $s$  es igual a  $5.41K \frac{Q^2}{s}$ .
- A cierta distancia de una partícula con carga, la magnitud del campo eléctrico es de 500 V/m y el potencial eléctrico es de -3.5 kV. a) ¿Cuál es la distancia a la partícula? b) ¿Cuál es la magnitud de la carga?

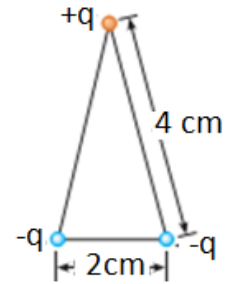
- Dos cargas puntuales están ubicadas en dos vértices de un rectángulo, como muestra la figura. a) ¿Cuál es el potencial eléctrico en el punto A? b) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los puntos A y B?



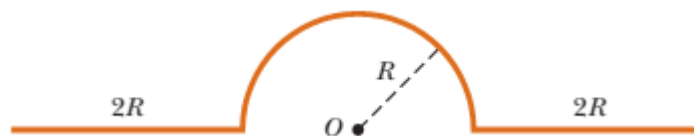
- Cuatro cargas puntuales están dispuestas en un cuadrado cuyo lado mide  $2a$ , donde  $a = 2.5$  cm. Tres de las cargas tienen magnitud 1.5 nC, y la magnitud de la otra es  $-1.5$  nC, como muestra la figura. ¿Cuál es el valor del potencial eléctrico generado por estas cuatro cargas puntuales en el punto  $P = (0, 0, c)$ , donde  $c = 4.70$  cm?



9. Las tres partículas con carga de la figura están en los vértices de un triángulo isósceles. Calcule el potencial eléctrico en el punto medio de la base, si  $q = +2.50 \mu\text{C}$ .



10. Una carga de  $-30.0 \text{ nC}$  se coloca en un campo eléctrico uniforme que está dirigido verticalmente hacia arriba y tiene una magnitud de  $4.50 \times 10^4 \text{ V/m}$ . ¿Qué trabajo hace la fuerza eléctrica cuando la carga se mueve a)  $0.450 \text{ m}$  a la derecha; b)  $0.670 \text{ m}$  hacia arriba; c)  $2.60 \text{ m}$  con un ángulo de  $45.0^\circ$  hacia abajo con respecto a la horizontal?
11. Una carga puntual tiene una carga de  $4.50 \times 10^{-11} \text{ C}$ . ¿A qué distancia de la carga puntual el potencial eléctrico es de: a)  $120 \text{ V}$  y b)  $50.0 \text{ V}$ ? Considere el potencial igual a cero a una distancia infinita de la carga.
12. Dos cargas puntuales estacionarias de  $18.00 \text{ nC}$  y  $15.00 \text{ nC}$  están separadas por una distancia de  $60.0 \text{ cm}$ . Se libera un electrón desde el reposo en un punto a la mitad de camino entre las dos cargas y se mueve a lo largo de la línea que las conecta. ¿Cuál es la rapidez del electrón cuando está a  $10.0 \text{ cm}$  de la carga de  $15.00 \text{ nC}$ ?
13. A cierta distancia de una carga puntual, el potencial y la magnitud del campo eléctrico debido a esa carga son  $4.98 \text{ V}$  y  $12.0 \text{ V/m}$ , respectivamente. (Considere el potencial como cero en el infinito.) a) ¿Cuál es la distancia a la carga puntual? b) ¿Cuál es la magnitud de la carga? c) ¿El campo eléctrico está dirigido hacia la carga puntual o se aleja de ésta?
14. Cuatro partículas idénticas cada una tienen una carga  $q$  y una masa  $m$ . Son liberadas del reposo desde los vértices de un cuadrado de lado  $L$ . ¿Qué tan rápido se mueve cada carga cuando se duplica su distancia al centro del cuadrado?
15. ¿Cuánto trabajo se requiere para colocar ocho partículas con cargas idénticas, cada una de ellas de magnitud  $q$ , en las esquinas de un cubo de lado  $s$ ?
16. Una carga puntual de  $+2.0 \mu\text{C}$  está colocada en  $(2.5 \text{ m}, 3.2 \text{ m})$ . Una segunda carga puntual de  $-3.1 \mu\text{C}$  está colocada en  $(-2.1 \text{ m}, 1.0 \text{ m})$ . a) ¿Cuál es el potencial electrostático en el origen? b) A lo largo de una recta que pasa por ambas cargas puntuales, ¿en qué punto(s) el (los) potencial(es) es (son) igual(es) a cero?
17. Un trozo de alambre no conductor de longitud finita  $L$  tiene una carga total  $q$ , distribuida uniformemente a lo largo de ella. Hallar el potencial  $V$  en el punto  $P$  en la perpendicular bisectriz en la figura. Que sucede cuando  $L \rightarrow \infty$ .
18. Un alambre con una densidad de carga lineal uniforme  $\lambda$  se dobla como se muestra en la figura. Determine el potencial eléctrico en el punto  $O$ .



19. El potencial en una región entre  $x=0$  y  $x=6.00 \text{ m}$  es  $V=a+bx$ , donde  $a=10.0 \text{ V}$  y  $b=-7.00 \text{ V/m}$ . Determine a) el potencial en  $x=0$ ,  $3.00 \text{ m}$ , y  $6.00 \text{ m}$ , y b) la magnitud y dirección del campo eléctrico en  $x=0$ ,  $3.00 \text{ m}$ , y  $6.00 \text{ m}$ .
20. Calcule la diferencia de potencial entre los puntos  $O(0,0)$  y  $P(3,2) \text{ cm}$  si el campo eléctrico en la región es  $\vec{E} = 4.5(0.6i + j) \text{ V/m}$ .

## GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II

### Laboratorio N° 03: Instrumentación básica

Sección : .....

Docente : Escribir el nombre del docente

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : .././..... Duración: ...80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

#### I. TEMA

Mediciones eléctricas básicas de resistencia, voltaje y amperaje.

#### II. PROPÓSITO

Utilizar en forma adecuada un multímetro para medir resistencia, voltaje y amperaje

#### III. OBJETIVOS

- Conectar adecuadamente un multímetro (Ohmímetro, voltímetro y amperímetro) en un circuito de corriente continua o directa para realizar las mediciones de ohmiaje, voltaje y amperaje.

#### IV. FUNDAMENTO TEORICO

**Fuente de Voltaje.** Consiste en un transformador incorporado que reduce el voltaje de entrada de 220 volts (CA) a voltajes menores los que son rectificadas a corriente continua (CC) obteniéndose salidas en el rango de 0-30 voltios. También podemos utilizar baterías (pilas) de diferentes diferencias de potencial (voltaje).

**Multímetro.** Instrumento de medición de electricidad que puede detectar los niveles de voltaje (V), corriente (I), resistencia (R), en circuitos abiertos y/o cerrados. Puede verificar valores de la corriente alterna (CA) como el de corriente continua (CC).

**Voltímetro:** Se utiliza para medir la Tensión o voltaje (Voltios). Se conecta en paralelo a los puntos en donde se desea conocer la diferencia de potencial.

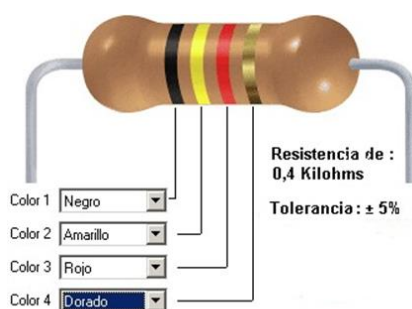
**Amperímetro:** Se utiliza para medir la Intensidad de corriente ó corriente eléctrica (Amperio). Se conecta en serie dentro del circuito; o se utiliza una pinza amperimétrica en forma directa para medir la corriente.

**Ohmímetro:** Se utiliza para medir La resistencia (Ohmios). Se conecta en paralelo a los terminales de la resistencia para determinar su valor.

**Vatímetro:** Se utiliza para medir La potencia eléctrica (Watts). Se conecta serie y en paralelo; para medir el amperaje y el voltaje en forma simultánea.

**Resistencia:** Es un componente eléctrico muy frecuentemente empleado en los circuitos. Los valores van desde unos pocos Ohmios( $\Omega$ ) hasta los Kiloohmios ( $K\Omega$ ) o Megohmios( $M\Omega$ ). El valor en Ohmios de una resistencia viene expresado mediante un conjunto de bandas de colores impreso en la envoltura de la resistencia. El valor de estas bandas es de acuerdo con tabla N° 1.

**Tabla 1:** Código de colores para lectura de resistencias



**Figura 1** Resistor típico mostrando su código de colores

COLOR	1ª BANDA	2ª BANDA	3ª BANDA	4ª BANDA
Negro	0	0	$\times 1 \Omega$	Plateado: $\pm 10\%$ tolerancia.
Marrón	1	1	$\times 10 \Omega$	
Rojo	2	2	$\times 100 \Omega$	
Naranja	3	3	$\times 1 K\Omega$	Dorado: $\pm 5\%$ tolerancia.
Amarillo	4	4	$\times 10 K\Omega$	
Verde	5	5	$\times 100 K\Omega$	
Azul	6	6	$\times 1 M\Omega$	Sin Banda: $\pm 20\%$ tolerancia
Violeta	7	7	$\times 10 M\Omega$	
Gris	8	8	$\times 100 M\Omega$	
Blanco	9	9	$\times 1 G \Omega$	

En la Fig. 1 la resistencia tiene cuatro bandas de colores, igualmente espaciadas, muy cercanas a uno de los extremos. Si sujetamos la resistencia con la mano izquierda, por el lado donde está ubicada la banda de color más intenso, podemos deducir su valor de la resistencia; con tabla mostrada. El resultado se confecciona como  $24 \times 10^3 \Omega$ , o  $24 K\Omega$  con un error de tolerancia del 10%.

#### Cálculo del error.

El cálculo del error o error relativo porcentual ( $\epsilon_r$ ) se calcula mediante la ecuación:

$$\epsilon_r = \left| \frac{V_t - V_m}{V_t} \right| \times 100\%$$

Siendo:  $V_t$ = Valor teórico.

$V_m$ = Valor medido o experimental.

### V. MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo del tema, los alumnos utilizaran lo siguiente:

Nº	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
01	Fuente de alimentación regulable		01
02	Multímetro digital para CC o CD		01
03	Protoboard		01
04	Cables con conectores mordaza-cocodrilo		02
05	Cables de extensión		06
06	Resistencias cerámicas de diversos ohmiajes		05

### VI. NOTAS DE SEGURIDAD

Tener cuidado en conectar la fuente regulable al tomacorriente de corriente alterna (c.a.) de 220 V.

Tener cuidado en seleccionar el multímetro para hacer mediciones de C.D. O C.C.

Tener cuidado en ubicar el intervalo del rango a medir. Empiece de un valor alto hasta ubicar el rango correcto.

### VII. CÁLCULOS A REALIZAR

- Determinar los valores de las resistencias en forma teórica y experimental
- Determinar los valores de los voltajes y amperajes en un circuito de C.C:

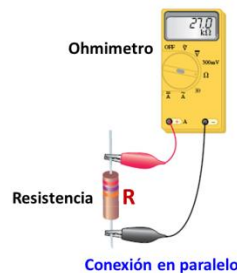
### VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Instale el multímetro como se indica en las figuras:

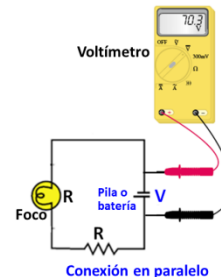
#### Multímetro



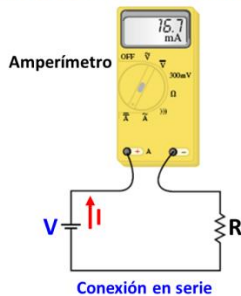
#### Medición de la resistencia



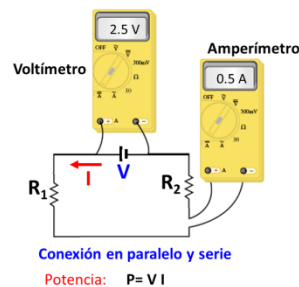
#### Medición de la tensión (voltaje)



#### Medición de la corriente

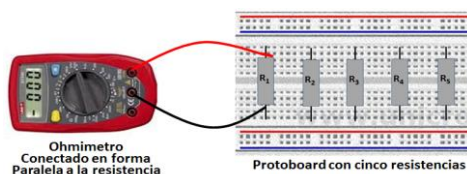


#### Medición de la potencia



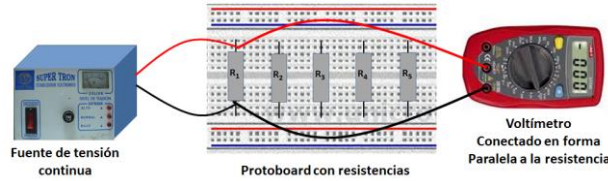
### Mediciones de resistencias

Colocar 5 resistencias cerámicas de distintos ohmiajes, como se muestra en la figura; y medir:



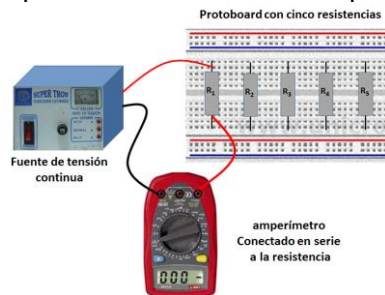
### Medición de voltajes de cada resistencia

Colocar 5 resistencia cerámicas de distintos ohmiajes, como se muestra en la figura. Regule la fuente de tensión continua a voltajes de 5, 8,12, 15 y 20 voltios, para cada resistencia; y mida el voltaje conectado en paralelo a la fuente.



### Medición de corrientes que pasa por cada resistencia

Colocar 5 resistencia cerámicas de distintos ohmiajes, como se muestra en la figura. Conecte el amperímetro en serie para medir la corriente que circula en cada resistencia.



## IX. RESULTADOS O PRODUCTOS

TABLA N° 2: VALORES DE LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS EN FORMA TEORICA Y EXPERIMENTAL

VALOR TEORICO DE LA RESISTENCIA									EXPERIMENTAL	% Error
B	1ra Banda	2da Banda	3ra Banda	4ta Banda	Valor teórico de R	% Tolerancia con el valor teórico	Rango Mínimo de R	Rango máximo de R		
R	(Forma el número)		(Multiplicación)	(Tolerancia)						
R1										
R2										
R3										
R4										
R5										

Tabla N° 3: VALORES DE LOS VOLTAJES Y AMPERAJES OBTENIDAS EN FORMA TEORICA Y EXPERIMENTAL DE VOLTAJE Y AMPERAJE

Valores Teóricos				EXPERIMENTAL		% Error de V	% Error de I
R	Valor teórico de R	Valor del voltaje regulado de la fuente Voltaje (Teórico)	Valor teórico de corriente (I= V/R)	Valor medido De cada V	Valor medido De cada I		
R1							
R2							
R3							
R4							
R5							

## X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimentalmente las formas de conexiones del multímetro para medir resistencias, tensiones y corriente en un circuito básico de corriente continua.

## XI. CUESTIONARIO:

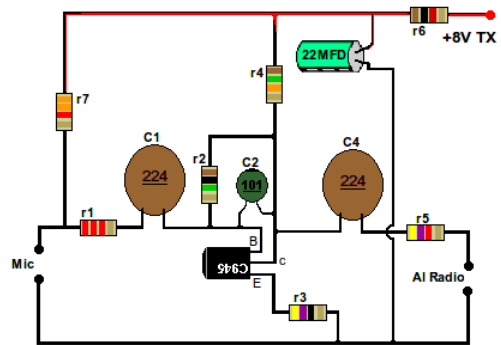
1. Un voltímetro cuya resistencia es baja, ¿podría medir con precisión la diferencia de potencial en los extremos de una resistencia alta? Explicar.
2. Determinar el valor de la resistencia (en ohmios) cuyos colores son. Marrón-negro-rojo plateado, Marrón-negro-amarillo-plateado, red -rosado-marrón-plateado, Amarillo- verde- dorado-dorado

**Semana 06**

**TEMA 06**

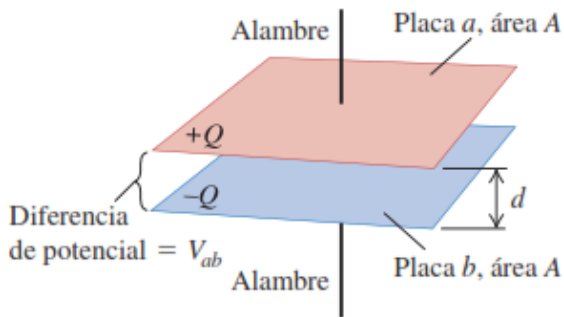
**Capacitancia y Dieléctricos**

¿Dónde usamos los capacitores? Uno de los casos es la de almacenar energía para el flash de las cámaras fotográficas. Al termino de este capítulo el estudiante calculara la cantidad de la capacidad de almacenamiento de carga, simplificar asociación de condensadores y calcular la energía almacenada, conocer los dieléctricos y comprender como mejoran la eficiencia de los capacitores.



**CAPACITANCIA Y CAPACITOR**

Un capacitor es todo par de conductores separados por un material aislante o vacío. Cuando el capacitor está cargado hay cargas de igual magnitud  $Q$  y signo opuesto en los dos conductores, y el potencial  $V_{ab}$



formas de simbolizar



La capacitancia  $C$  se define como la razón de  $Q$  a  $V$   
 La unidad del SI para la capacitancia es el faradio F  
 $1 F = 1 \text{ farad} = 1 C/V = 1 \text{ coulomb/volt}$

$$C = \frac{Q}{V_{ab}} \quad (\text{definición de capacitancia})$$

Debido a la pequeña cantidad se usa los prefijos nano  $n=10^{-9}$  micro  $\mu=10^{-6}$   
 $1\mu F = 10^{-6}F$  y  $1nF = 10^{-9}F$

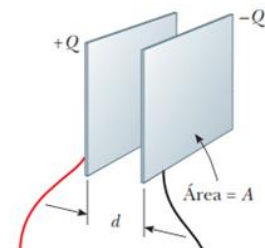
**CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR PLANO DE PLACAS PARALELA**

Calculamos el campo eléctrico entre las placas

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

Calcula la diferencia de potencial entre las placas

$$\Delta V = Ed = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$$



Reemplazamos en la definición de la capacidad de un capacitor

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{Qd/\epsilon_0 A}$$

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

finalmente tenemos

**Ejemplo n°1**

El área de una de las láminas de un condensador plano es de  $0,64\text{m}^2$ . Si la separación entre láminas es  $0,1\text{ mm}$  y entre ellas no existe dieléctrico, ¿Cuántos microfaradios tiene el condensador? ¿Cuál es el voltaje de la batería si la carga del condensador es  $3,2\ \mu\text{C}$ ?

Solución a)  $C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8,85 \times 10^{-12} \times 0,64}{0,1 \times 10^{-3}} = 5,664 \times 10^{-2} \mu\text{F}$

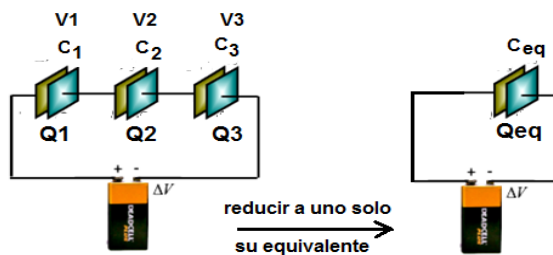
b)  $V = \frac{Q}{C} = \frac{3,2 \times 10^{-6}}{5,664 \times 10^{-2} \times 10^{-6}} = 56,49\text{ V}$

**CAPACITORES EN SERIE Y EN PARALELO**

Los capacitores se fabrican con ciertas capacitancias y voltajes de trabajo estándares. Sin embargo, estos valores estándar podrían no ser los que se necesiten en una aplicación especializada. Se pueden obtener los valores requeridos combinando capacitores; son posibles muchas combinaciones, pero las más sencillas son la conexión en serie y la conexión en paralelo.

**SERIE.**

Su instalación se da en un solo cable tal como se muestra en la figura y pueden estar en diferentes formas.

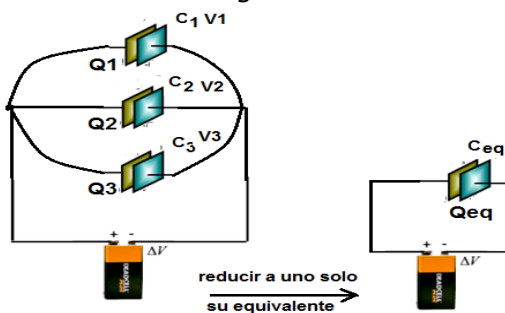


*igual carga  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_{eq}$   
capacidad inverso de sum a inversa.*

$$C_{eq} = \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)^{-1}$$

**PARALELO:**

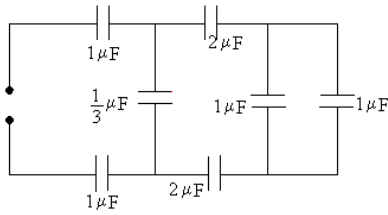
Su instalación es en diferentes cables que parten de un mismo punto y llegan a otro mismo punto, tal como muestra la figura.



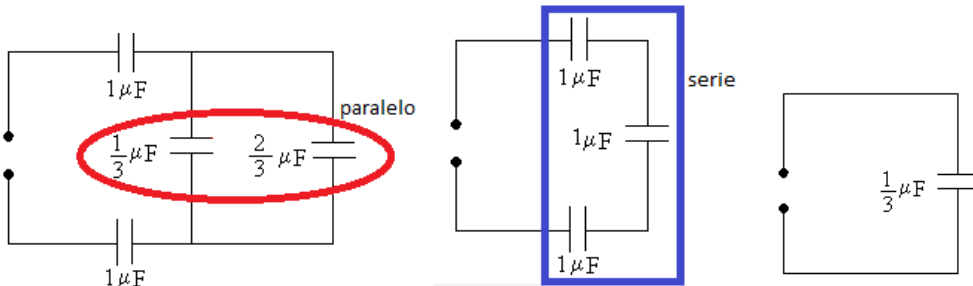
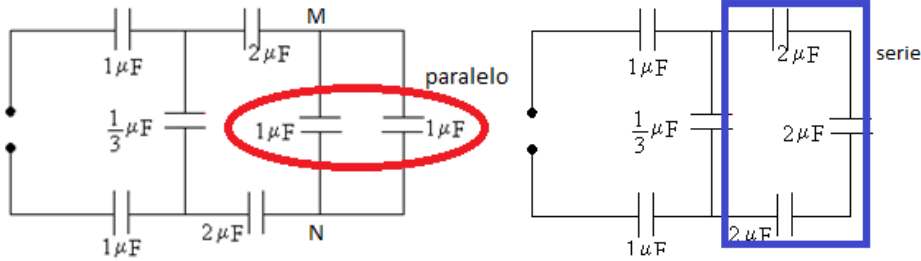
*igual diferencia de potencial  $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_{equivalente}$*

*capacidad equivalente  $C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$*

**Ejemplo n°2.** Determine la capacidad equivalente de circuito mostrado y la carga que almacena  $1/3\ \mu\text{F}$  si es conectado a una fuente de  $30\text{V}$



Solución:



- La carga total del circuito será  $Q = CV = 1/3 \times 30 = 10 \mu C$  ahora es serie todos deben de tener igual carga por ello  $1 \mu F$ ,  $1 \mu F$  y  $1 \mu F$  tienen carga de  $10 \mu C$  entonces  $1 \mu F$  tiene  $V = Q/C = 10V$ . en paralelo deben de tener igual voltaje por ello  $1/3 \mu F$  y  $2/3 \mu F$  tienen  $10V$  con lo cual  $1/3 \mu F$  tendría una carga de  $Q = CV = 1/3 \times 10 = 3.33 \mu FC$

**DIELECTRICOS**

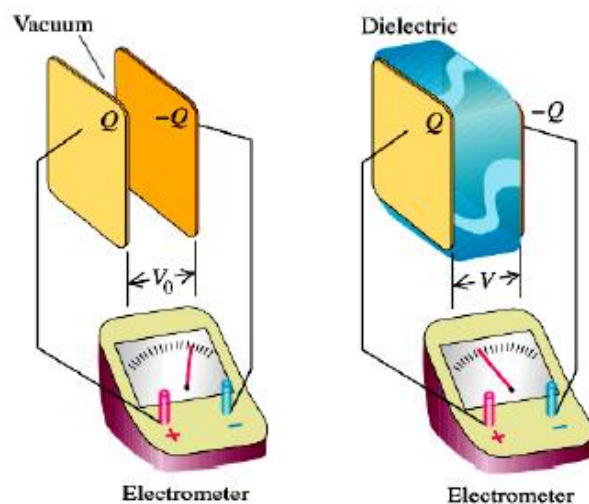
Son materiales aislantes que se colocan dentro de las placas de un condensador que hace que varíe el campo eléctrico y con ello el condensador final tendrá las siguientes ventajas.

- Reducir la separación entre placas
- Aumenta la capacidad de condensador

K constante dieléctrica.

$$C_{inicial} = C_0$$

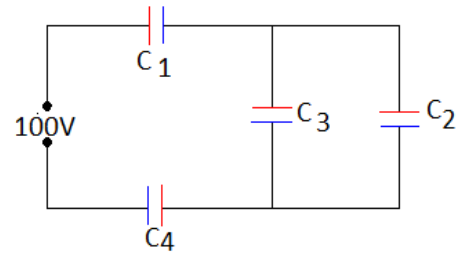
$$C_{final} = KC_0$$



las un



**Ejemplo nº3** En la figura se representan cuatro condensadores  $C_1, C_2, C_3, C_4$ , de idéntica forma y dimensiones. El primero tiene por dieléctrico el aire ( $k=1$ ), el segundo parafina ( $k=2.3$ ), el tercero azufre ( $k=3$ ) y el cuarto mica ( $k=5$ ), respectivamente. Calcular: a) La diferencia de potencial entre las armaduras de cada uno de los condensadores. b) La carga de cada condensador. c) La capacidad equivalente d) La energía del conjunto. Datos: la capacidad final en  $C_2=10^{-9}$  F.



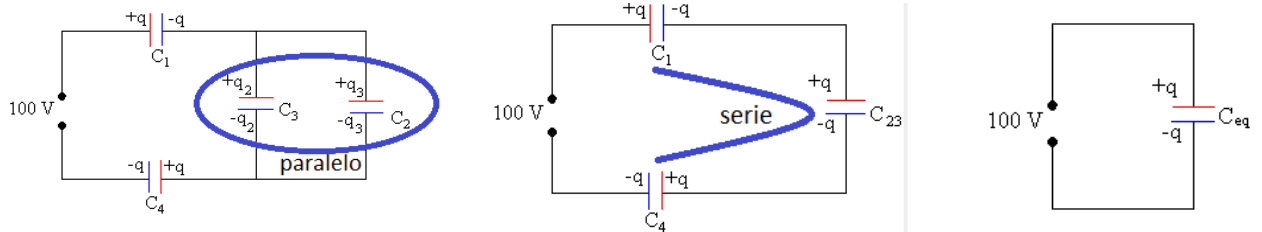
Solución:

Teniendo en cuenta condensadores idénticos  $C_1=C_2=C_3=C_4=C$

Calculamos la Capacidad final de los condensadores

$$C_2=2.3 \cdot C=10^{-9} \text{ F}, \quad C_1=1C=10^{-9}/2.3 \quad C_3=3 \cdot C=3 \cdot 10^{-9}/2.3 \quad C_4=5 \cdot C=5 \cdot 10^{-9}/2.3$$

Simplificamos el arreglo.



$$C_{23}=C_2+C_3=5.3 \cdot 10^{-9}/2.3 \text{ F}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} + \frac{1}{C_4} \quad C_{eq} = 3.13 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

Carga del condensador equivalente, y energía almacenada en el mismo

$$q = 100 \cdot C_{eq} = 3.13 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C_{eq}} = 1.565 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

Carga de cada condensador y diferencia de potencial entre sus armaduras

$$q_1=q, \quad V_1=q/C_1=72.0 \text{ V} \quad q_4=q, \quad V_4=q/C_4=14.4 \text{ V} \quad V_{23}=q/C_{23}=13.6 \text{ V}$$

$$V_2=V_{23}=13.6 \text{ V} \quad V_3=V_{23}=13.6 \text{ V} \quad q_2=C_2 \cdot V_2=1.36 \cdot 10^{-8} \text{ C} \quad q_3=C_3 \cdot V_3=1.77 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

## ENERGIA EN UN CONDENSADOR

Muchas de las aplicaciones más importantes de los capacitores dependen de su capacidad para almacenar energía.

- La energía potencial eléctrica almacenada en un capacitor cargado es exactamente igual a la cantidad de trabajo requerido para cargarlo, es decir, para separar cargas opuestas y colocarlas en los diferentes conductores.
- Cuando el capacitor se descarga, esta energía almacenada se recupera en forma de trabajo realizado por las fuerzas eléctricas. >

$$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV \quad (\text{energía potencial almacenada en un capacitor})$$

**GUIA DE PRÁCTICA DE FÍSICA II N° 6  
(Tema: CAPACITANCIA Y DIELECTRICOS)**

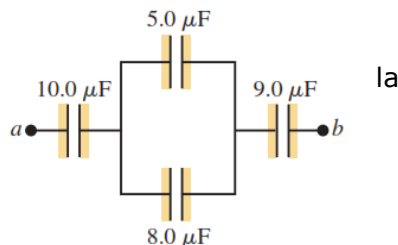
Sección : .....  
 Docente : Escribir el nombre del docente  
 Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../.....

**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

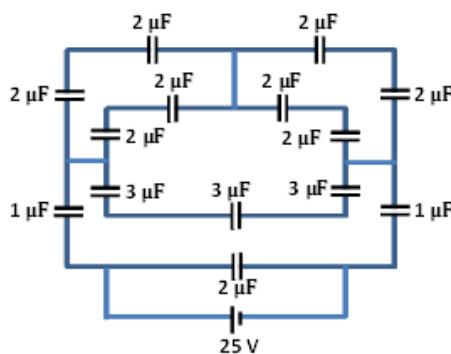
- Si se conectan dos capacitores en paralelo se obtiene una capacidad equivalente de  $9 \mu\text{F}$  y cuando se conectan en serie se obtiene una capacidad equivalente de  $2 \mu\text{F}$ . ¿Cuáles son los valores capacitivos de los capacitores?
- Un grupo de capacitores idénticos se conecta primero en serie y después en paralelo. La capacitancia combinada en paralelo es 100 veces mayor que la correspondiente a la conexión en serie. ¿Cuántos capacitores existen en este grupo?

- De sistema de cuatro capacitores, determine: a) capacidad equivalente entre ab b) La carga almacenada por el circuito si se conecta una diferencia de potencial entre ab de 50V.



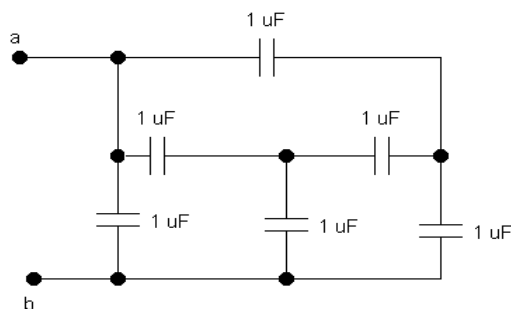
- Se colocan dos condensadores en serie de  $15.0 \mu\text{F}$  y  $30.0 \mu\text{F}$ , a esta combinación se le coloca un capacitor de  $6.0 \mu\text{F}$  en paralelo, finalmente a la última combinación se le coloca en serie un capacitor de  $4.0 \mu\text{F}$ . Determine: a) la capacidad equivalente del arreglo de condensadores b) si al sistema se le coloca a una diferencia de potencial de 50.0 V, que carga almacenaría.

- Determine la capacidad sistema de condensadores

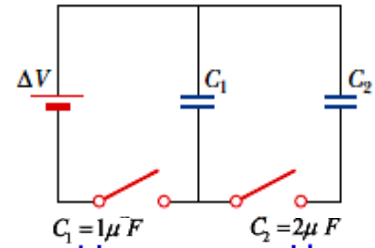


equivalente del mostrados

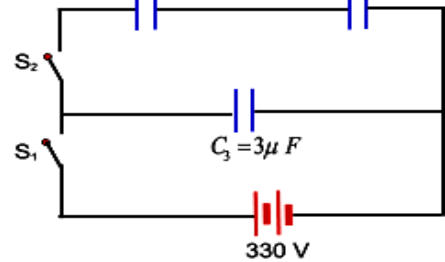
- Determine la capacidad equivalen del sistema de condensadores mostrados



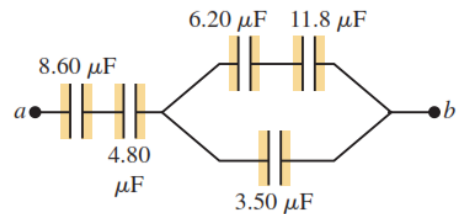
7. Considerando el circuito mostrado, donde  $C_1 = 6.00 \mu\text{F}$  y  $C_2 = 3.00 \mu\text{F}$  con  $\Delta V = 20.0\text{V}$ . Primero se carga el capacitor  $C_1$  cerrando interruptor  $S_1$ . Después este interruptor  $S_1$  se abre para conectar el capacitor cargado con el capacitor  $C_2$  descargado al cerrar  $S_2$ . Calcular la carga inicial adquirida por  $C_1$  y la carga final de cada uno de ellos.



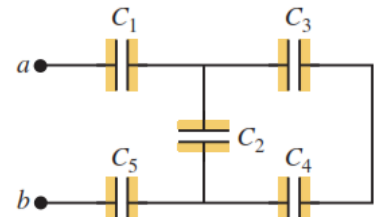
8. Tres condensadores se conectan tal como se muestra en la figura. Se cierra el interruptor  $S_1$  y el condensador  $C_3$  se carga a una diferencia de potencial de  $330 \text{ V}$ . Luego se abre  $S_1$  y se cierra  $S_2$ . (a) ¿Cuál es la diferencia de potencial en cada uno de los condensadores? (b) ¿Cuál es la carga en cada uno de los condensadores?.



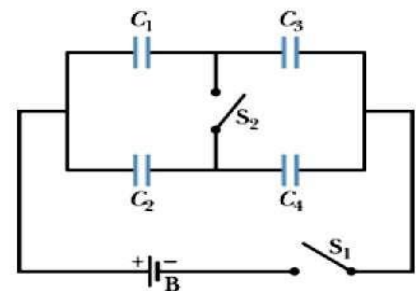
9. Para la red de capacitores que se muestra la diferencia de potencial a través de  $ab$  es  $12.0\text{V}$ , determine:  
 a) Carga en el condensador de  $4.80 \mu\text{F}$   
 b) Diferencia de potencial en  $11.8 \mu\text{F}$   
 c) Energía almacenada en  $6.20 \mu\text{F}$



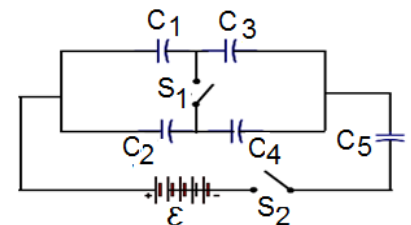
10. En la figura  $C_1=C_5=8.4 \mu\text{F}$  y  $C_2=C_3=C_4=4.2 \mu\text{F}$  y el potencial aplicado  $V_{ab} = 220 \text{ V}$ . Determine:  
 a) Energía almacenada en  $C_3$   
 b) La carga almacenada en  $C_4$   
 c) La diferencia de potencial en  $C_1$



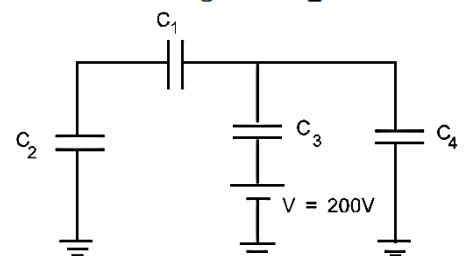
11. La figura muestra una batería de  $12 \text{ V}$  y cuatro condensadores descargados cuyas capacitancias son  $C_1 = 1,00\text{mF}$ ,  $C_2 = 2,00\text{mF}$ ;  $C_3 = 3,00\text{mF}$  y  $C_4 = 2,00\text{mF}$ . (a) si solamente el interruptor 1 es cerrado cuáles son las cargas sobre cada uno de los capacitores. (b) si ambos interruptores se cierran cual son las cargas en cada uno de los capacitores?.



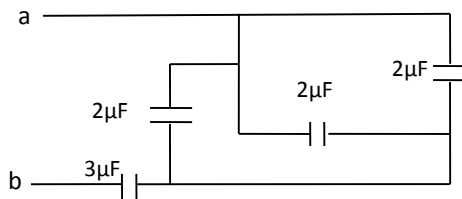
12. La figura muestra una batería de  $50 \text{ V}$  y cuatro capacitores de capacitancias  $C_1 = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 3 \mu\text{F}$ ,  $C_4 = 4 \mu\text{F}$  y  $C_5 = 5 \mu\text{F}$ . Encuentre: (a) la carga en cada uno de los capacitores si sólo se cierra la llave  $S_1$  y (b) la carga en cada uno de los capacitores después de cerrar también la llave  $S_2$ .



13. Suponiendo que todos los condensadores que aparecen en el circuito de la figura son iguales a  $2\mu\text{F}$ . Calcule la capacidad equivalente y la carga almacenada en  $C_1$  y  $C_3$



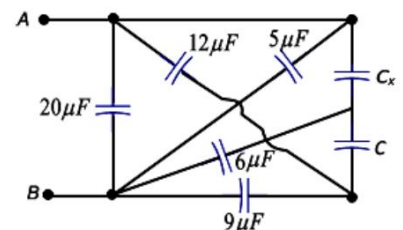
14. Un capacitor aislado de capacitancia no conocida ha sido cargado a una diferencia de potencial de 100 V. Cuando el capacitor con carga es conectado en paralelo con un capacitor sin carga de 10 mF la diferencia de potencial de esta combinación es de 30.0 V. Calcule la capacitancia desconocida.
15. Las placas paralelas de un capacitor con aire miden 16 cm cuadrados de superficie, con una separación de 4.7 mm. El capacitor se conecta a una batería de 12 V. *a)* ¿Cuál es la capacitancia? *b)* ¿Cuál es la carga en cada placa? *c)* ¿Cuál es el campo eléctrico entre las placas? *d)* ¿Cuál es la energía almacenada en el capacitor? *e)* Si la batería se desconecta y luego se separan las placas hasta estar a 9.4 mm, ¿cuáles son las respuestas para los incisos *a)* a *d)*?
16. Cuando se conecta un capacitor con aire de 360 nF, a una fuente de potencia, la energía almacenada en el capacitor es de  $1.85 \times 10^{-25}$  J. Mientras el capacitor se mantiene conectado a la fuente de potencia, se inserta un trozo de material dieléctrico que llena por completo el espacio entre las placas. Esto incrementa la energía almacenada en  $2.32 \times 10^{-25}$  J. *a)* ¿Cuál es la diferencia de potencial entre las placas del capacitor? *b)* ¿Cuál es la constante dieléctrica del trozo de material?
17. En la figura se muestra un sistema de capacitores. Si en los condensadores de  $2 \mu\text{F}$  se inserta dieléctricos de 1.5 de constante dieléctrica y en el de  $3 \mu\text{F}$  un dieléctrico de 2 de constante dieléctrica. Si la diferencia de potencial  $V_{a,b}$  es 12 V, halle la energía acumulada en el capacitor de  $3 \mu\text{F}$  final.



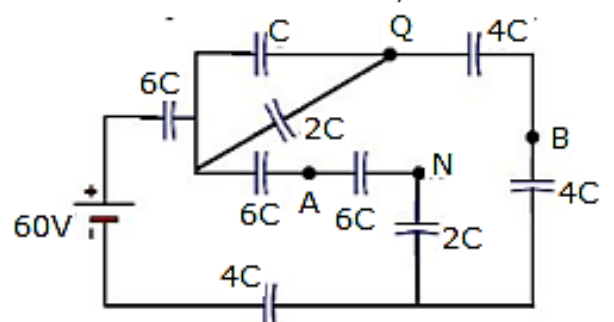
18. Un capacitor de placas planas paralelas de área  $A$  y espaciamento  $d$  es llenado con tres dieléctricos como se muestra en la figura. Cada dieléctrico ocupa  $1/3$  del volumen. ¿Cuál es la capacitancia de este sistema?



19. Determine la capacidad  $C_x$  para que la capacitancia equivalente del sistema de capacitores mostrados en la figura respecto de los puntos A y B no dependa del valor de la capacidad C. Todas las capacidades están en microfaradios.



20. Si se cortocircuita los puntos Q y N. Determina la diferencia de potencial entre los puntos A y B



**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II**
**Laboratorio N° 04: Carga y descarga de un condensador**

Sección : ..... Docente : <i>Escribir el nombre del docente</i>	Apellidos : ..... Nombres : ..... Fecha : .././..... Duración: ...80 minutos. Tipo de práctica: Grupal
--	---

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA**

Capacitancia: Mediciones de carga y descarga de un condensador.

**II. PROPOSITO**

En el presente laboratorio trataremos de verificar experimentalmente la forma como se carga y descarga un condensador en el transcurrir del tiempo luego contrastaremos con los resultados teóricos obtenidos del análisis del circuito con las leyes de Kirchhoff tanto para la carga como la descarga.

**III. OBJETIVOS**

Estudio de la variación del voltaje y la corriente durante el proceso de carga y descarga de un condensador.

Estudio sobre la corriente establecida en un circuito que incluye condensadores.

Determinar la constante de tiempo capacitiva en la carga y en la descarga de un condensador.

**IV. FUNDAMENTO TEORICO**

Uno de los dispositivos o elementos de circuito importantes, que se usan en los circuitos eléctricos es el condensador o capacitor. En su versión más simple consiste en dos placas metálicas paralelas entre sí, de área  $A$ , separadas una distancia  $d$ , por un material aislante entre las placas puede ser cualquier material tal como plástico, mica, papel, aire, etc. siempre y cuando no sea un conductor.

Se define la capacidad de un conductor como el cociente de su carga total entre el potencial. Matemáticamente viene dado por la expresión:  $C = \frac{Q}{V}$ , la unidad de

capacidad se denomina Faradios(F),  $1\text{Faradio} = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Voltios}}$ .

**V. MATERIALES Y EQUIPOS**

N°	DESCRIPCION	CANTIDAD
01	Fuente de alimentación regulable	01
02	Multímetro digital	01
03	Tablero modulo diseñado	01
04	Cables con conectores mordaza-cocodrilo	02
05	Cables de extensión	01
06	Resistencia de $\approx 1\text{M}\Omega$ ,	01
07	Condensador Electrolítico de $\approx 220\mu\text{F}$	01
08	Pequeños cables conectores (hilo telefónico)	06
09	Cronometro	01

**VI. NOTAS DE SEGURIDAD**

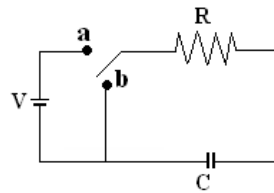
Tener cuidado en conectar la fuente regulable al tomacorriente de corriente alterna (c.a.) de 220 V.

Tener cuidado en seleccionar el multímetro para hacer mediciones de C.D. O C.C.

Tener cuidado en ubicar el intervalo del rango a medir.

**VII. CÁLCULOS A REALIZAR**

Consideremos en primer lugar la carga de un condensador. En la Figura 1 se observa un condensador  $C$  en serie con una resistencia  $R$ , conectada a una fuente de voltaje  $V$ .



**Figura 1: Circuito para el proceso de carga y descarga del condensador**

Supongamos que inicialmente el circuito se halla abierto, es decir  $t=0$ ,  $q=0$ , cuando se cierra el circuito en el Terminal **a**, se cumple:

$$V = V_R + V_C \quad (1)$$

Como  $i = \frac{dq}{dt}$ , la ecuación anterior se puede escribir:

$$\frac{dq}{dt} + \left(\frac{1}{RC}\right)q + \left(-\frac{V}{R}\right) = 0 \quad (2)$$

La solución de esta ecuación diferencial, con las condiciones ya mencionadas es:

$$q(t) = cV(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = Q_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (3)$$

Con lo que también puede escribirse para la carga de un condensador:

$$V = V_0(1 - e^{-t/\tau}) \quad (4)$$

Donde;  $q(t)$  = carga instantánea en el condensador.

$Q_0 = CV$  = carga del condensador en equilibrio (cuando  $t \rightarrow \infty$ )

$\tau = RC$  = constante de tiempo para el circuito.

La ecuación (3) nos dice la carga del condensador tiende a aumentar hasta alcanzar el valor máximo  $Q_0$ , la intensidad se anula en ese instante, para hallar la intensidad derivamos la ecuación (3)

$$i = \frac{V}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (5)$$

Supongamos ahora que tenemos cerrado el circuito repentinamente abrimos el circuito conectando el interruptor con el Terminal **b** y estudiamos el circuito a partir de este instante, que denominaremos instante inicial  $t=0$ , para este caso la condición inicial es entonces  $t=0$ ,  $q=Q_0$ . Haciendo  $V=0$  en la ecuación (2), tenemos.

$$\frac{dq}{dt} + \left(\frac{1}{RC}\right)q = 0 \quad (6)$$

Resolviendo esta ecuación tenemos:

$$q(t) = cV(e^{-\frac{t}{RC}}) = Q_0(e^{-\frac{t}{\tau}}) \text{ y la corriente es: } i = -\frac{V}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (7)$$

Con lo que también puede escribirse para la descarga de un condensador:

$$V = V_0 e^{-t/\tau} \quad (8)$$

Aunque esta ecuación es similar al hallado en (4) la ecuación (7) representa una corriente de descarga del condensador por tanto tiene sentido opuesto a la corriente de carga, es decir después de un tiempo muy largo la corriente se anula. La causa de esta anulación radica en la disipación de energía que se produce a través de la resistencia en forma de calor.

### VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### ACTIVIDAD 1: Proceso de carga de un condensador

1. Arme el circuito mostrado en la **Fig.2**. Tenga presente la polaridad del condensador para evitar destruirlo.
3. Regular el voltaje de salida a 6 volts. Luego apague la fuente.
4. Estando instalado el circuito inicie el proceso de carga desde el tiempo cero, usando un cronómetro y cada 10 segundos registre lo indicado por el voltímetro a la salida del condensador a través de un tiempo no menor de 7 minutos.

#### ACTIVIDAD 2: Proceso de descarga de un condensador

5. Una vez completado el primer cuadro, Apagar la fuente inmediatamente poner el cable conector de modo que R y C esté en serie, pero sin la fuente y simultáneamente activar el cronometro y registrar en la **Tabla 3** la variación del voltaje en el condensador con el tiempo, como en el caso anterior, también cada 10 segundos, por un tiempo no menor a los 7 minutos.

### IX. RESULTADOS O PRODUCTOS

Tabla 2: Carga

t(seg.)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Vc												

Tabla 3: Descarga

t(seg.)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Vc												

#### ACTIVIDAD 3: GRAFICAR EN PAPELES MILIMETRADO LOS PROCESOS DE CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

6. Grafique la curva de carga y descarga en papel milimetrado (uno para cada proceso)

### X. CONCLUSIONES

Como resultado de las medidas se obtuvo dos tablas con los datos del voltaje entre los bornes del condensador frente al tiempo para el proceso de carga y descarga. Con estos datos se efectuará los gráficos.

### XI. CUESTIONARIO:

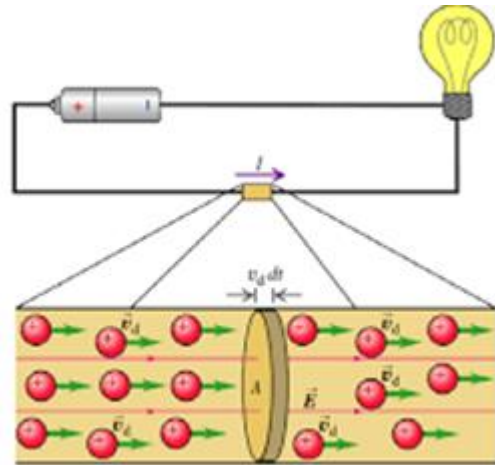
1. Determine la constante de tiempo para el circuito implementado. ¿Qué nos permite determinar este parámetro?
2. Con los valores de resistencia y capacitancia de su experimento escriba las ecuaciones teóricas para los procesos de carga y descarga para su circuito.
3. Grafique mediante "Excel" los datos experimentales que Ud obtuvo y bosquejó en papeles milimetrados y grafique también las curvas teóricas de la pregunta 2. Haga las comparaciones.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young y Roger A. Freedman. **Física Universitaria**. Vol 2. XII Edición Pearson Education; México; 2009.
6. Raymond A. Serway y John W. Jevett. Física para Ciencias e Ingenierías. Vol 2. VII Edición. Editorial Thomson; 2008.

**Semana 7**
**TEMA 7**
**Resistencia, intensidad de corriente y fuerza electromotriz**

En los pasados capítulos estudiamos las interacciones de las cargas eléctricas en reposo; ahora estamos listos para estudiar las cargas en movimiento. Una corriente eléctrica consiste en cargas en movimiento de una región a otra. Cuando este desplazamiento tiene lugar en una trayectoria de conducción que forma una espira cerrada, la trayectoria recibe el nombre de circuito eléctrico. Fundamentalmente, los circuitos eléctricos son un medio de transportar energía de un lugar a otro. A medida que las partículas se desplazan por un circuito, la energía potencial eléctrica se transfiere de una fuente (como una batería o un generador) a un dispositivo en el que se almacena o se convierte en otra forma: sonido en un equipo estereofónico, o calor y luz en un tostador o una eléctrica, por ejemplo. Desde el punto de vista tecnológico, los circuitos eléctricos son útiles porque permiten transportar energía sin que haya partes macroscópicas móviles (además de las partículas con carga en movimiento). Los circuitos eléctricos son la base de las linternas, los reproductores de CD, las computadoras, los transmisores y receptores de radio y televisión, y los sistemas domésticos e industriales de distribución de energía eléctrica. Los sistemas nerviosos de los animales y los humanos son circuitos eléctricos especializados que conducen señales vitales de una parte del cuerpo a otra.


**Corriente eléctrica (I)**

Una corriente eléctrica es todo movimiento de carga de una región a otra. Definimos la corriente a través del área de sección transversal  $A$  como la carga neta que fluye a través del área por unidad de tiempo. De esta forma, si una carga neta  $dQ$  fluye a través de un área en el tiempo  $dt$ , la corriente a través del área.

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad \text{Unidad (S. I.): Ampere (A)} \quad \text{Nota: 1A se define como un coulomb por segundo.}$$

**Corriente, velocidad de deriva**

La corriente se puede expresar en términos de la velocidad de deriva de las cargas en movimiento.

Si carga neta  $dQ=q(nAV_d dt)$  y la corriente es:

$$I = \frac{dQ}{dt} = n |q| V_d A$$

$$\text{Densidad de corriente: } J = \frac{I}{A}$$

**Ejemplo n°1** Un alambre de cobre del número 18 (el calibre que por lo general se utiliza en los cables para lámparas), tiene un diámetro nominal de 1.02 mm. Conduce una corriente constante de 1.67 A para alimentar una bombilla de 200 watts. La densidad de electrones libres es de  $8.5 \times 10^{28}$  electrones por metro cúbico. a) Determine las magnitudes de la densidad de corriente b) Determine las magnitudes de la velocidad de deriva.

Solución:

a) EL área de la sección transversal es  $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(1.02 \times 10^{-3})^2}{4} = 8.17 \times 10^{-7} \text{ m}^2$

La magnitud de la densidad de corriente es  $J = \frac{I}{A} = \frac{1.67 \text{ A}}{8.17 \times 10^{-7} \text{ m}^2} = 2.04 \times 10^6 \text{ A/m}^2$

b) Al despejar la magnitud de la velocidad de deriva  $v_d = \frac{J}{n|q|} = \frac{2.04 \times 10^6}{8.17 \times 10^{-7} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$



**RESISTENCIA ELECTRICA**

Para un conductor con resistividad  $R$ , con densidad de corriente en un punto, el campo eléctrico está dado por la ecuación  $\vec{E} = \rho \vec{j}$  que se escribe como

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad \text{UNIDAD (S.I.) : OHM}$$

( $\Omega$ )

Siendo:  $\rho$  = resistividad eléctrica ( $\Omega \cdot m$ ),  $L$  = longitud (m),  $A$  = Área ( $m^2$ )





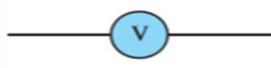
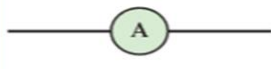
**Tabla** Coeficientes de temperatura de la resistividad (valores aproximados cerca de la temperatura ambiente)

Material	$\alpha [ (^{\circ}C)^{-1} ]$	Material	$\alpha [ (^{\circ}C)^{-1} ]$
Aluminio	0.0039	Plomo	0.0043
Latón	0.0020	Manganina	0.00000
Carbono (grafito)	-0.0005	Mercurio	0.00088
Constantán	0.00001	Nicromel	0.0004
Cobre	0.00393	Plata	0.0038
Hierro	0.0050	Tungsteno	0.0045

Es la proporcionalidad directa (para ciertos materiales) de  $V$  con respecto a  $I$ , o de  $J$  con respecto a  $E$ . La resistencia  $R$  para cualquier conductor, ya sea que cumpla o no la ley de Ohm, pero sólo cuando  $R$  es constante es correcto llamar a esta relación ley de Ohm

$$R = \frac{\Delta V}{I} \quad \text{UNIDAD (S.I.): Vol. (v)} \quad \text{Siendo: } \Delta V = \text{Voltaje (v)}, R = \text{Resistencia } (\Omega)$$

**Tabla 25.4** Símbolos para diagramas de circuito

	Conductor con resistencia despreciable.
	Resistor.
	Fuente de fem (la línea vertical más larga representa la terminal positiva, por lo general aquella con el mayor potencial).
	Fuente de fem con resistencia interna $r$ (la $r$ se puede colocar en cualquier lado).
	Voltímetro (mide la diferencia de potencial entre sus terminales).
	Amperímetro (mide la corriente que pasa a través suyo).

**Ejemplo n°2** El alambre de cobre calibre 18 tiene un diámetro de 1.02 mm y sección transversal de  $8.20 \times 10^{-7} m^2$ . Transporta una corriente de 1.67 A. Calcule a) la magnitud del campo eléctrico en el alambre, b) la diferencia de potencial entre dos puntos del alambre separados por una distancia de 50.0 m; c) la resistencia de un trozo de 50.0 m de longitud de ese alambre.

**Solución**

a) De la tabla la resistividad de cobre es  $1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  por lo tanto , con la ecuación

$$E = \rho j = \frac{\rho I}{A} = \frac{(1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m)(1.67 A)}{8.20 \times 10^{-7}} = 0.0350 V/m$$

b) La diferencia de potencial está dada por  $V = EL = (0.0350 V/m)(50.0 m) = 1.75 V$

c) La resistencia de un trozo del alambre de 50m de longitud es  $R = \frac{V}{I} = \frac{1.75 V}{1.67 A} = 1.05 \Omega$  tambien

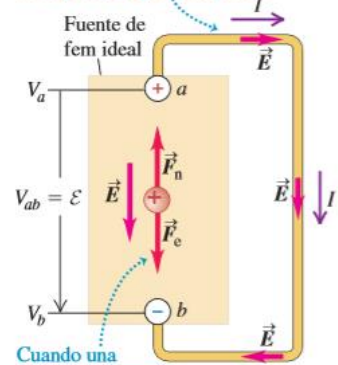
c) se calcula la resistencia por medio de la ecuación  $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{(1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m)(50.0 m)}{8.20 \times 10^{-7} m^2} = 1.05 \Omega$

**FUERZA ELECTROMOTRIZ (  $\epsilon$  ):** La influencia que hace que la corriente fluya del potencial menor al mayor se llama fuerza electromotriz (se abrevia f.e.m). Éste es un

término inadecuado porque la f.e.m no es una fuerza, sino una cantidad de energía por unidad de carga, como el potencial. La unidad S.I de la f.e.m es la misma que la del potencial, el volt ( $1V = \frac{1J}{C}$ ) Una batería de linterna común tiene una f.e.m de 1.5 V; esto significa que la batería hace un trabajo de 1.5 J por cada coulomb de carga que pasa a través de ella.

$$\varepsilon = V_{ab} = IR \quad (\text{fuente ideal de f.e.m})$$

El potencial a través de las terminales crea un campo eléctrico en el circuito, lo que hace que la carga se desplace.



Cuando una fuente real (opuesta a la ideal) de fem se conecta a un circuito, disminuye,  $V_{ab}$  y por lo tanto  $F_c$ , de manera que,  $F_n > F_c$  y  $F_n$  realiza un trabajo sobre las cargas.

### Resistencia interna (r)

Las fuentes reales de f.e.m en un circuito no se comportan exactamente del modo descrito; la diferencia de potencial a través de una fuente real en un circuito no es igual a la f.e.m como en la ecuación (25.14). La razón es que la carga en movimiento a través del material de cualquier fuente real encuentra una resistencia, a la que llamamos resistencia interna de la fuente, y se denota con r.

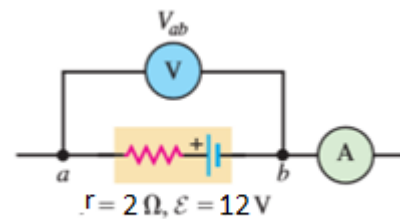
$$V_{ab} = \varepsilon - Ir = IR$$

O bien  $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$  (corriente, fuente con resistencia interna)



### Ejemplo nº3

La figura ilustra una fuente (batería) con f.e.m de 12 V y resistencia interna r de 2 V. (En comparación, la resistencia interna de una batería comercial de plomo de 12 V es de sólo algunas milésimas de ohm.) Los alambres a la izquierda de a y a la derecha del amperímetro A no están conectados a nada. Determine las lecturas del voltímetro ideal V y del amperímetro A también ideal

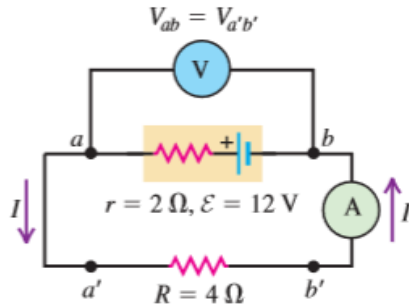


fuente de fem en un circuito abierto

### Solución

No hay corriente porque no hay un circuito completo. (No existe corriente a través de nuestro voltímetro ideal, que tiene resistencia infinitamente grande.) Por lo tanto, el amperímetro A da una lectura de  $I = 0$ . Como no hay corriente a través de la batería, no hay diferencia de potencial a través de su resistencia interna. De la ecuación  $I = 0$ , la diferencia de potencial  $V_{ab}$  a través de las terminales de la batería es igual a la f.e.m. Por lo tanto, la lectura del voltímetro es  $V_{ab} = \varepsilon = 12V$ . El voltaje terminal de una fuente real, no ideal, es igual a la f.e.m sólo si no hay corriente que fluya a través de la fuente, como en este ejemplo.

**Ejemplo nº4** En el ejemplo conceptual, se agrega un resistor de 4 V para formar el circuito completo que se ilustra en la figura anterior ¿Cuáles son ahora las lecturas del voltímetro y del amperímetro?



**Solución**

El amperímetro ideal tiene una resistencia igual a cero, por lo que la resistencia externa a la fuente es  $R=4\ \Omega$ . de la ecuación  $I = \frac{\epsilon}{R+r} = \frac{12v}{4+2} = 2A$  El amperímetro A da una lectura de  $I = 2A$

Nuestros alambres conductores ideales tienen resistencia igual a cero y el amperímetro idealizado A. También por lo tanto no hay diferencia de potencial entre los puntos a y a' o entre b y b' es decir,  $V_{ab} = V_{a'b'}$   
 $V_{a'b'} = IR = (2A)(4\ \Omega) = 8V$   $V_{ab} = \epsilon - Ir = 12v - (2A)(2\ \Omega) = 8v$

**Potencia en una Resistencia Pura**  
watt (w)

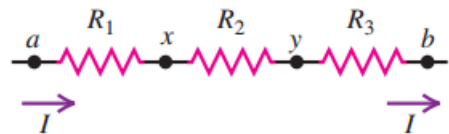
$$P = V_{ab} I = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

Unidad:

**Resistores en Serie**

$$V_{ab} = V_{ax} + V_{xy} + V_{yb} = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \text{ (Resistores en serie)}$$



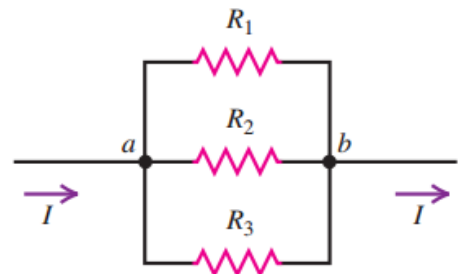
**Resistores en Paralelo**

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = V_{ab} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \text{ o bien,}$$

$$\frac{I}{V_{ab}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Pero por definición de resistencia equivalente,  $R_{eq}, I/V_{ab} = 1/R_{eq}$ , por lo que

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



**GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II GUIA N°7**
**Tema: Resistencia, Intensidad De Corriente Eléctrica y Fuerza Electromotriz**
**Sección :**
**Docente :**
**Unidad: II**
**Semana:**
**Apellidos:** .....

**Nombres :** .....

**Fecha :** ...../...../.....

**Duración:**

1.-Una corriente de 3.6 A fluye a través de un faro de automóvil. a) ¿Cuántos coulomb de carga pasan por el faro en 3h? b) ¿Cuántos electrones pasan el faro?

2.- Un alambre de plata de 2.6 mm de diámetro transfiere una carga de 420 C en 80 min. La plata contiene  $5.8 \times 10^{28}$  electrones libres por metro cúbico. a) ¿Cuál es la corriente en el alambre? b) ¿Cuál es la magnitud de la velocidad de deriva de los electrones en el alambre?

3.- La corriente en un alambre varía con el tiempo de acuerdo con la relación  $I = 55 - (0.65 \text{ A/s}^2) t^2$ . a) ¿Cuántos coulomb de carga cruzan la sección transversal del alambre en el intervalo de tiempo entre  $t = 5.0 \text{ s}$  y  $t = 8.0 \text{ s}$ ? b) ¿Qué corriente constante transportaría la misma carga en el mismo intervalo de tiempo? b) ¿Qué corriente eléctrica en el instante  $t = 10\text{s}$ ?

4.- Es frecuente que en las instalaciones eléctricas domésticas se utilice alambre de cobre de 2.05 mm de diámetro. Determine la resistencia de un alambre de ese tipo con longitud de 24.0 m.

5.-Un alambre de 6.50 m de largo y 2.05 mm de diámetro tiene una resistencia de  $0.0290 \Omega$ . ¿De qué material es probable que esté hecho el alambre?

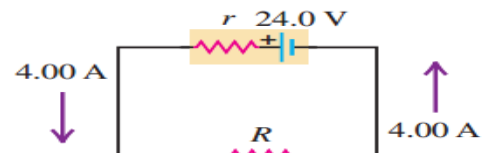
6.- Un alambre de cobre tiene una sección transversal cuadrada de 2.3 mm por lado. El alambre mide 4.0 m de longitud y conduce una corriente de 3.6 A. La densidad de los electrones libres es  $8.5 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$ . Calcule las magnitudes de a) la densidad de la corriente en el alambre y b) el campo eléctrico en el alambre. c) ¿Cuánto tiempo se requiere para que un electrón recorra la longitud del alambre?

7.-Una varilla cilíndrica tiene resistencia R. Si se triplica su longitud y diámetro, ¿cuál será su resistencia en términos de R?

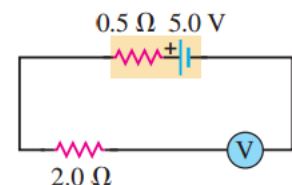
8.- Se aplica una diferencia de potencial de 4.50 V entre los extremos de un alambre de 2.50 m de longitud y 0.654 mm de radio. La corriente resultante a través del alambre es de 17.6 A. ¿Cuál es la resistividad del alambre?

9.- Un cable de transmisión de cobre de 100 km de largo y 10.0 cm de diámetro transporta una corriente de 125 A. a) ¿Cuál es la caída de potencial a través del cable? b) ¿Cuánta energía eléctrica se disipa por hora en forma de energía térmica?

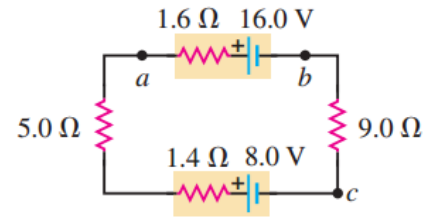
10.- El voltaje terminal de la batería de 24.0 V es de 21.2 V. ¿Cuáles son a) la resistencia interna  $r$  de la batería y b) la resistencia R del resistor en el circuito?



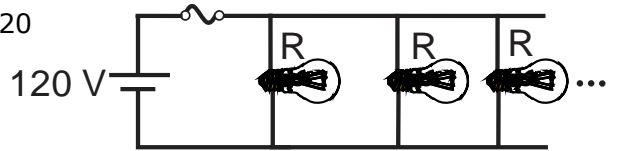
11.- Se conecta un voltímetro ideal V a un resistor de 2.0 V y una batería con una fem de 5.0 V y resistencia interna de 0.5 V, como se indica en la figura 25.36. a) ¿Cuál es la corriente en el resistor de 2.0 V? b) ¿Cuál es el voltaje terminal de la batería? c) ¿Cuál es la lectura en el voltímetro? Explique sus respuestas.



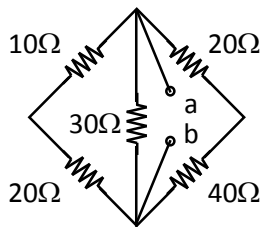
12.-El circuito que se ilustra en la figura 25.37 incluye dos baterías, cada una con fem y resistencia interna, y dos resistores. Determine a) la corriente en el circuito (magnitud y dirección); b) el voltaje terminal  $V_{ab}$  de la batería de 16.0 V; c) la diferencia de potencial  $V_{ac}$  del punto a con respecto al punto c.



13. Un fusible conectado en serie a una fuente de 120 V, se funde cuando a través de él pasan 5A. ¿Cuántas lámparas de (50 W ; 120 V), pueden conectarse en paralelo.

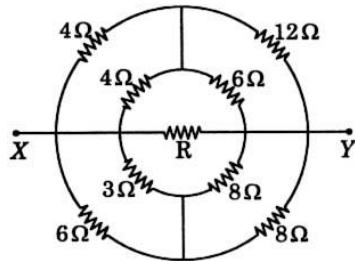
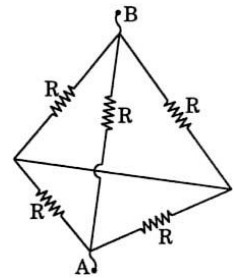


14.-El receptor de un sistema de posicionamiento global (GPS), que funciona con baterías, opera a 9.0 V y toma una corriente de 0.13 A. ¿Cuánta energía eléctrica consume en 1?5 h?



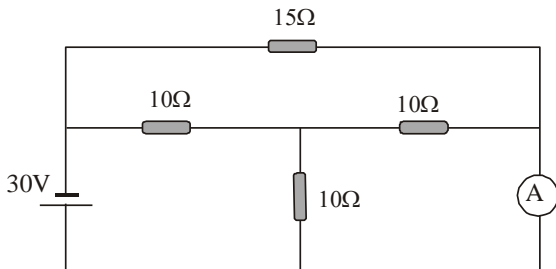
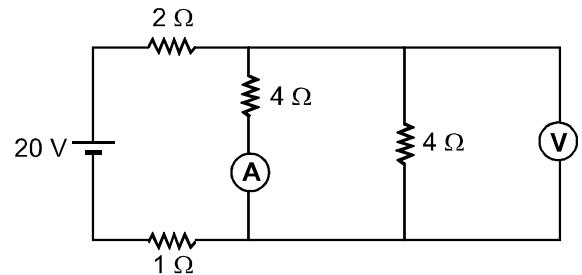
15. Dado circuito resistivo mostrado, determine la resistencia equivalente entre los extremos "a" y "b".

16. La resistencia eléctrica equivalente entre A y B es 3 Ω, determine la resistencia "R".



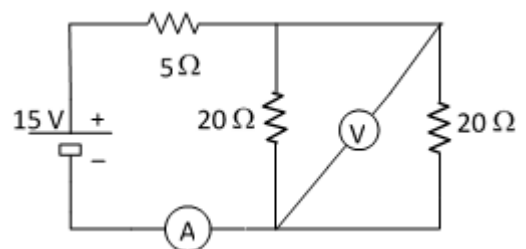
17- Si entre los puntos X e Y hay una diferencia de potencial de 12V. Determine la intensidad de corriente eléctrica que pasa por  $R=6 \Omega$ .

18.- En relación al circuito mostrado en la figura, indicar la verdad (V) ó falsedad (F) de las siguientes proposiciones



19.-El amperímetro que se muestra en el circuito es ideal, así como la fuente eléctrica. a.)¿Qué lectura registra dicho instrumento? B) La potencia que genera la resistencia  $R = 15 \Omega$  c) la potencia de la fuente

20.-En el circuito mostrado en la figura, determine las lecturas del amperímetro y del voltímetro, respectivamente.



## GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II

### Laboratorio N° 05: Circuitos serie, paralelo y mixtos

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA** Mediciones eléctricas de resistencias conectadas en serie, paralelas y mixtas.

**II. PROPOSITO** Contrastar la teoría con la parte experimental de conexiones de resistencia en serie, paralelo y de formas mixtas.

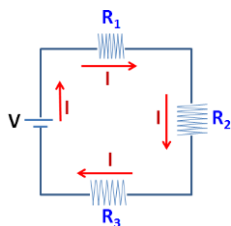
**III. OBJETIVOS** Instalar correctamente las resistencias en un circuito, en serie, paralelas y mixtas, utilizando los accesorios de un circuito de corriente continua.

Obtener la resistencia total en un circuito conectado en serie y en paralelo, utilizando los instrumentos de medición eléctrica (voltímetro, ohmímetro, amperímetro).

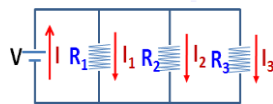
#### IV. FUNDAMENTO TEORICO

Las resistencia en un circuito de corriente continua se pueden conectar en serie .paralelo o mixto

Conexión en serie



Conexión en Paralelos



**Resistencias equivalentes:**

- En serie:  $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

- En paralelo:  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

#### V. MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo del experimento, los alumnos utilizaran lo siguiente:

Nº	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
01	Fuente de alimentación regulable		01
02	Multímetro digital para CC o CD		01
03	Protoboard		01
04	Cables con conectores mordaza-cocodrilo		02
05	Cables de extensión		06
06	Resistencias cerámicas de diversos ohmiajes		05

#### VI. NOTAS DE SEGURIDAD

Tener cuidado en conectar la fuente regulable al tomacorriente de corriente alterna (c.a.) de 220 V.

Tener cuidado en seleccionar el multímetro para hacer mediciones de C.D. O C.C.

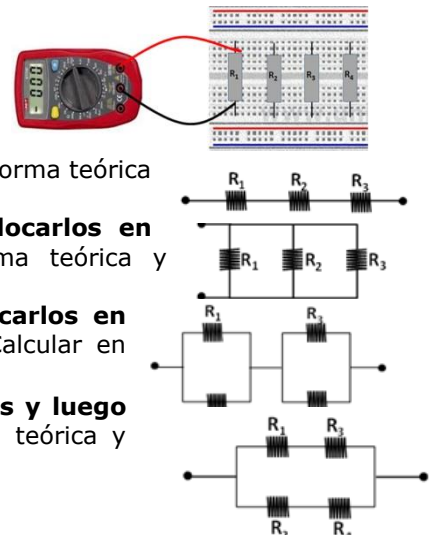
Tener cuidado en ubicar el intervalo del rango a medir. Empiece de un valor alto hasta ubicar el rango correcto.

#### VII. CÁLCULOS A REALIZAR

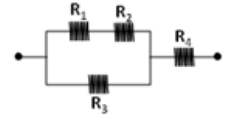
- Determinar los valores de las resistencias en forma teórica y experimental.
- Determinar los valores de las resistencias equivalentes en un circuito de C.C.; en forma teórica y experimental.

#### VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- 1) Utilizar 4 resistencia cerámicas del tablero del circuito; como se muestra en la figura; y determinar su resistencia en forma teórica y experimental (medido):
- 2) Utilizar 3 resistencias cerámicas de distintos ohmiajes y **colocarlos en serie**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente.
- 3) Utilizar 3 resistencias cerámicas de distintos ohmiajes y **colocarlos en paralelo**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente.
- 4) Utilizar 4 resistencias cerámicas de distintos ohmiajes y **colocarlos en paralelo y luego en serie**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente.
- 5) Colocar 4 resistencia cerámicas de distintos ohmiajes, **en series y luego en paralelo** como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente.



6) Colocar 4 resistencia cerámicas de distintos ohmiajes, **en serie, paralelo y en serie**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente.



## IX. RESULTADOS O PRODUCTOS

Tabla N° 1: valores de las resistencias obtenidas en forma teórica y experimental

VALOR TEORICO DE LA RESISTENCIA								EXPERIMENTAL		
R	1ra Banda	2da Banda	3ra Banda	Valor teórico de R	4ta Banda	Tolerancia con el valor teórico	Rango Mínimo de R	Rango máximo de R	Valor medido de R	% Error
	(Forma el número)	(Multiplica)			(% Tolerancia)					
R1										
R2										
R3										
R4										

Tabla N° 2: Valores de las resistencias equivalentes obtenidas en forma teórica y experimental de las conexiones en serie

	Valor teórico calculado	Valor experimental medido	% Error
<b>Resistencia equivalente (<math>\Omega</math>)</b>			

Tabla N° 3: Valores de las resistencias equivalentes obtenidas en forma teórica y experimental de las conexiones en paralelo.

	Valor teórico calculado	Valor experimental medido	% Error
<b>Resistencia equivalente (<math>\Omega</math>)</b>			

Tabla N° 4: Valores de las resistencias equivalentes obtenidas en forma teórica y experimental de las resistencias colocada en paralelo y luego en serie.

	Valor teórico calculado	Valor experimental medido	% Error
<b>Resistencia equivalente (<math>\Omega</math>)</b>			

Tabla N° 5: Valores de las resistencias equivalentes obtenidas en forma teórica y experimental de las resistencias colocada en series y luego en paralelo.

	Valor teórico calculado	Valor experimental medido	% Error
<b>Resistencia equivalente (<math>\Omega</math>)</b>			

TABLA N° 6: Valores de las resistencias equivalentes obtenidas en forma teórica y experimental de las resistencias colocad en serie, paralelo y en serie.

	Valor teórico calculado	Valor experimental medido	% Error
<b>Resistencia equivalente (<math>\Omega</math>)</b>			

## X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimentalmente el arreglos de resistencia en serie y en paralelo.  
Se Aplicó las ecuaciones para determinar las resistencias equivalentes en un circuito de corriente continua.

## XI. CUESTIONARIO:

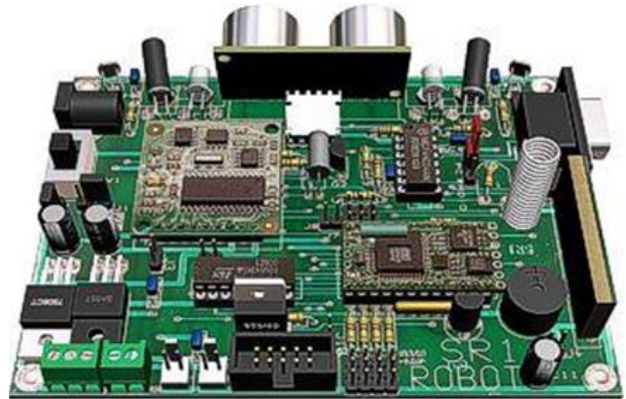
1. Dar una opinión De la Tabla 2: el valor de la resistencia equivalente obtenida mediante la teoría y mediante la medición con los instrumentos de laboratorio.
2. Dar una opinión De la Tabla 3: el valor de la resistencia equivalente obtenida mediante la teoría y mediante la medición con los instrumentos de laboratorio.
3. Dar una opinión De la Tabla 4: el valor de la resistencia equivalente obtenida mediante la teoría y mediante la medición con los instrumentos de laboratorio.
4. Dar una opinión De la Tabla 5: el valor de la resistencia equivalente obtenida mediante la teoría y mediante la medición con los instrumentos de laboratorio.
5. Dar una opinión De la Tabla 6: el valor de la resistencia equivalente obtenida mediante la teoría y mediante la medición con los instrumentos de laboratorio.
6. ¿Interviene en el valor de la corriente, la posición relativa de las resistencias?
7. Compare la fuerza electromotriz aplicada con la suma de las caídas de potencial en las resistencias R1, R2, R3

**Semana 08**

**Tema 08**

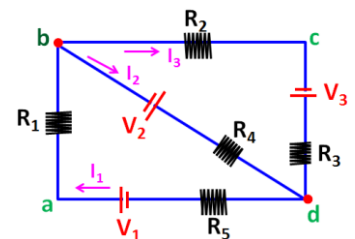
**Circuito De Corriente Continua**

El análisis de circuitos más complicados se simplifica si se utilizan las leyes de Kirchoff, que son consecuencia de la ley de conservación de energía y de la ley de conservación de cargas eléctricas en sistemas aislados. Se supone que la mayoría de los circuitos analizados está en estado estacionario, lo que significa que las corrientes en el circuito son constantes en magnitud y dirección. La corriente directa (CD) es una corriente con dirección constante. Las leyes de Kirchoff consisten en dos enunciados: Ley de los nodos (la unión) y ley de los voltajes (espira).



**Circuito eléctrico**

Circuito eléctrico es una combinación de elementos conectados entre sí, que permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica por medio de conductores unidos de sus extremos, con la finalidad de transformarla en otro tipo de energía.



**Elementos de un circuito eléctrico**

**Nodo eléctrico:** o nudo; es el punto de concurrencia de tres o más líneas conductoras. Ejm.: Punto b y d

**Ramal eléctrica:** Es toda línea conductora en serie entre puntos consecutivos. Ejm.: ab; bd; bc; bcd; dab, etc.

**Malla eléctrica:** Es toda línea conductora cerrada en un circuito. Ejm.: bdab; bcdb; bcdab

**Leyes de Kirchoff**



Gustav Robert Kirchhoff

Por medio de la ley de Kirchoff es posible resolver un sistema de circuitos en paralelos, compuestos de varias fuentes de energía y varias resistencias; la cual sería difícil resolver solamente con la ley de Ohm. Las **leyes de Kirchoff** se basan en la conservación de la carga eléctrica (corriente) y en la conservación de la energía (voltaje).

**1ª Ley de Kirchoff de la corriente (LKI)**

Llamada también; **ley de los nodos** (nudos o uniones), basado en el principio de **Conservación de la carga:**

“La suma algebraica de las corrientes en cualquier nodo o unión es igual

a cero”; es decir:

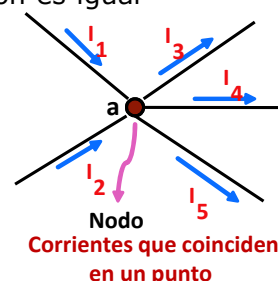
$$\sum I = 0$$

Siendo: **I (+)** si la Corriente ingresa a un nodo

**I (-)** si la corriente sale de un nodo

Donde:  $\sum I_{\text{Ingresa}} - \sum I_{\text{Sale}} = 0 \Rightarrow \sum I_{\text{Ingresa}} = \sum I_{\text{Sale}}$

Del Gráfico; Nodo a:  $I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$



**2ª Ley de Kirchoff del voltaje (LKV)**

Llamada también; ley de mallas (espira o bucles); basado en el principio de la Conservación de la energía.

“La suma algebraica de las elevaciones de voltajes aplicados a un circuito cerrado, es igual a la suma algebraica de las caídas de voltaje en ese circuito”.

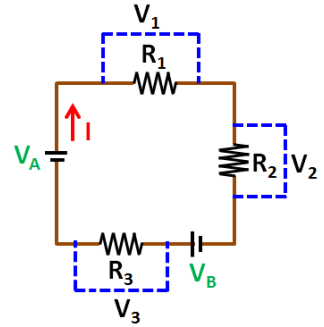
$$\sum V = 0$$



$$\sum V_{\text{Elevacion de voltaje}} - \sum V_{\text{Caídas de voltaje}} = 0$$

Elevación de voltaje:  $V_A, V_B$

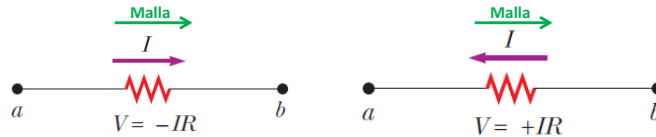
Caídas de Voltajes:  $V_1, V_2, V_3$  Además:  $V = RI$



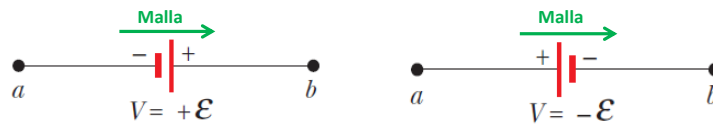
Para determinar el signo de las diferencias de potencial en las resistencias y en las fuentes cuando la dirección de la corriente son las mostradas, se usan las reglas mostradas en la figura

**Signos que optan los voltajes en un circuito**

- Signos para subida de elevación de voltaje:



- Signos de caídas de voltaje (IR) (Consumo)



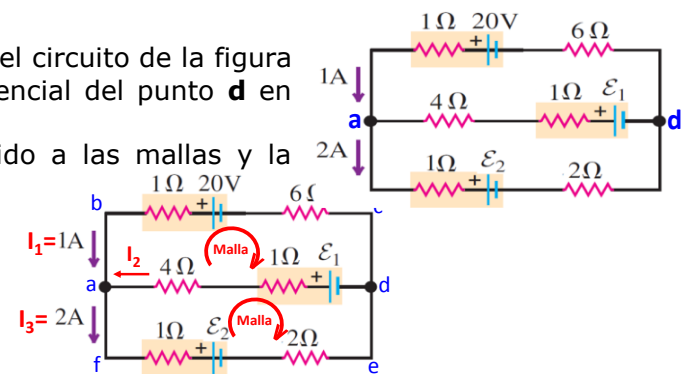
Del circuito mostrado, empleando la 2da Ley Kirchhoff: Dando sentido horario a la malla; tendremos:

$$V_A - R_1 I - R_2 I + V_B - R_3 I = 0; \quad \text{Luego: } -(R_1 + R_2 + R_3) I = -(V_A + V_B)$$

Regla práctica:  $\sum \mp RI = -(\sum V)$

**Problema 01:** Encuentre las fem  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$  del circuito de la figura mostrada, y obtenga la diferencia de potencial del punto **d** en relación con el punto **a**.

**Solución:** del circuito dado; dando sentido a las mallas y la corriente  $I_2$  en el ramal da:



**Pregunta a):** Hallando las fuerzas electromotrices (voltajes) de  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$ : Empleando las Leyes de Kirchhoff:

Del circuito; en el nodo a empleamos la 1ra Ley de Kirchhoff:  $I_{\text{Ingresan}} = I_{\text{Salen}}$

Luego:  $I_1 + I_2 = I_3 \Rightarrow 1 + I_2 = 2 \Rightarrow I_2 = 1A$

Del circuito; en la malla abcda, empleamos la 2da Ley de Kirchhoff:  $\sum V = 0$

Tomando en cuenta, los signos que optan los voltajes en el circuito:  
 $+ (1)(I_1) - 20 + (6)(I_1) + \epsilon_1 - (1)(I_2) - (4)(I_2) = 0$

Reemplazando valores:  $+ (1)(1) - 20 + (6)(1) + \epsilon_1 - (1)(1) - (4)(1) = 0 \Rightarrow \epsilon_1 = 18V$

Del circuito; en la malla adefa, empleamos la 2da Ley de Kirchhoff:  $\sum V = 0$

$$+ (4)(I_2) + (1)(I_2) - \epsilon_1 + (2)(I_3) + \epsilon_2 + (1)(I_3) = 0$$

Reemplazando valores:  $+ (4)(1) + (1)(1) - 18 + (2)(2) + \epsilon_2 + (1)(2) = 0 \Rightarrow \epsilon_2 = 7V$

**Pregunta b):** Hallando la diferencia de potencial en el ramal da:  $V_{da} = ?$

En el ramal defa, empleando el principio de conservación de la energía (Sentido del recorrido de la malla horario):  $V_d + (2)(I_3) + \epsilon_2 + (1)(I_3) = V_a$

Reemplazando valores:  $V_d + (2)(2) + 7 + (1)(2) = V_a \Rightarrow V_d - V_a = V_{da} = -13V$

El punto d es inferior a 13 V de potencial que el punto a

En el ramal dcba, empleando el principio de conservación de la energía (Sentido del recorrido de la malla antihorario) :

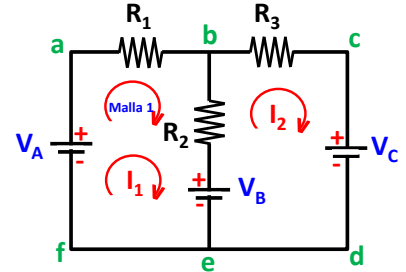
$$V_d - (6)(I_1) + 20 - (1)(I_1) = V_a$$

Reemplazando valores:  $V_d - (6)(1) + 20 - (1)(1) = V_a \Rightarrow V_d - V_a = V_{da} = -13V$

**Métodos de Maxwell (De mallas)**

El Principio de Maxwell consiste en asignar al circuito eléctrico unas corrientes circulares ficticias que sirven únicamente para formar las ecuaciones principales. Cada corriente circular determina una malla, y las ecuaciones de malla son planteadas según la segunda ley de Kirchhoff corregida; es decir que la suma de las fuerzas electromotrices es igual a la suma de las caídas de potencial.

$$\sum \mp RI = -(\sum V)$$



Del circuito mostrado:

**Malla 1: (abefa)** Sentido horario,  $I_1$  :  $-(R_1 + R_2)(I_1) + (R_2)(I_2) = -(-V_B + V_A)$

**Malla 2: (bcdeb)** Sentido horario,  $I_2$  :  $-(R_3 + R_2)(I_2) + (R_2)(I_1) = -(-V_C + V_B)$

**Problema 02:** Del circuito mostrado; determinar: a) La lectura del amperímetro ideal y voltímetro ideal; b) La potencia eléctrica en la resistencia de 10 Ω.

**Solución:** Empleando el método de Maxwell (Mallas):

Ecuación:  $\sum \mp RI = -(\sum V)$

Como nos indica que los instrumentos de medición (amperímetro y voltímetro) son ideales, los retiramos del circuito inicial; quedando el circuito nuevo como:

- Dando sentido al recorrido de las mallas; y tomando en cuenta los signos que optan los voltajes en un circuito:

\*) **Malla 1:** Sentido horario; abcdka:  
 $-(6+6+6+5)(I_1) + (5)(I_3) = -(30-10)$   
 Luego:  $-23I_1 + 5I_3 = -20$  .....(1)

\*) **Malla 2:** Sentido horario; jakghj:  
 $-(5+10+5+5)(I_2) + (10)(I_3) = -(10-15-20)$ ;

\*) **Malla 3:** Sentido horario; kdefgk:  
 $-(5+5+5+5+10)(I_3) + (5)(I_1) + (10)(I_2) = -(25+15)$ ;  
 .....(3)

Formando la matriz:

2:	<b>I<sub>1</sub></b>	<b>I<sub>2</sub></b>	<b>I<sub>3</sub></b>	<b>C</b>
	-23	0	5	-20
	0	-25	10	25

Resolviendo la matriz con el software Polymath:  $I_1 = 1,1693 A$ ;  $I_2 = -0,4485 A$ ;  $I_3 = 1,3787 A$ .

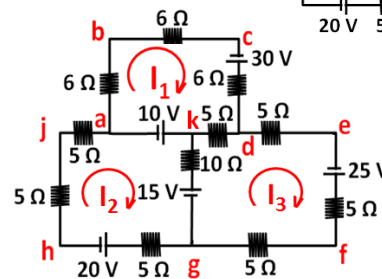
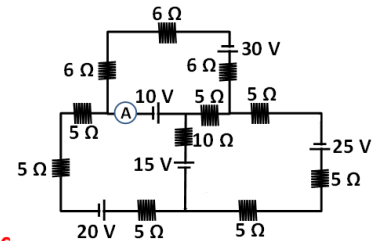
\*) Hallando las corrientes  $I_4$ ;  $I_5$  y  $I_6$ ; Del circuito 2; en los nodos a, d, g; con la 1ra Ley de Kirchhoff:  $I_{ingresa} = I_{sale}$

**Nodo a:**  $I_2 = I_1 + I_4 \Rightarrow I_4 = I_2 - I_1 \Rightarrow I_4 = -0,4485 - 1,1693 \Rightarrow I_4 = -0,2094 A$

**Nodo d:**  $I_1 = I_3 + I_5 \Rightarrow I_5 = I_1 - I_3 \Rightarrow I_5 = 1,1693 - 1,3787 \Rightarrow I_5 = -1,6178 A$

**Nodo g:**  $I_3 = I_2 + I_6 \Rightarrow I_6 = I_3 - I_2 \Rightarrow I_6 = 1,3787 - (-0,4485) \Rightarrow I_6 = 1,8272 A$

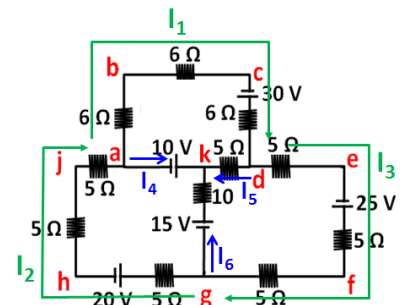
Los valores reales de las corrientes en el circuito eléctrico es:



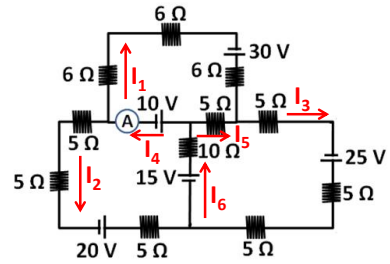
Luego:  $-25I_2 + 10I_3 = 25$  .....(2)

Luego:  $5I_1 + 10I_2 - 30I_3 = -40$

Gráfico



$I_1=1,1693\text{ A}$ ;  $I_2=0,4485\text{ A}$ ;  $I_3=1,3787\text{ A}$ ;  $I_4=0,2094\text{ A}$ ;  $I_5=1,6178\text{ A}$  y  $I_6=1,8272\text{ A}$   
 El gráfico del circuito eléctrico con las corrientes reales es:  
 La lectura del amperímetro del circuito es:  $I_4=0,2094\text{ A}$



**Instrumentos de mediciones eléctricas**

**Voltímetro:** Se utiliza para medir la Tensión o voltaje (Voltios). Se conecta en paralelo a los puntos en donde se desea conocer la diferencia de potencial.

**Amperímetro:** Se utiliza para medir la Intensidad de corriente ó corriente eléctrica (Amperio). Se conecta en serie dentro del circuito; o se utiliza una pinza amperimétrica en forma directa para medir la corriente.

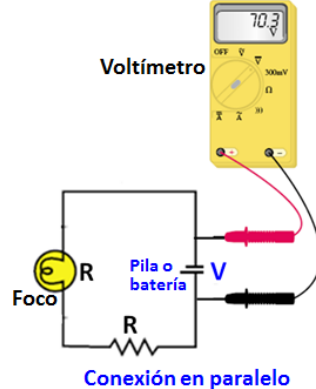
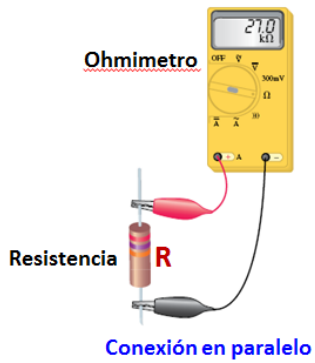
**Ohmímetro:** Se utiliza para medir La resistencia (Ohmios). Se conecta en paralelo a los terminales de la resistencia para determinar su valor.

**Vatímetro:** Se utiliza para medir La potencia eléctrica (Watts). Se conecta serie y en paralelo; para medir el amperaje y el voltaje en forma simultánea.



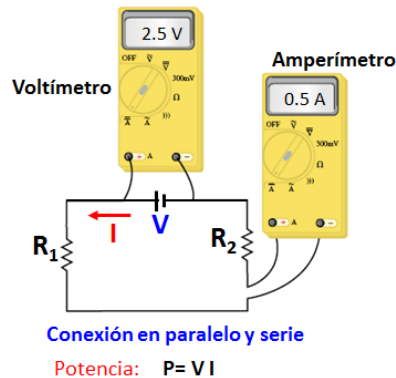
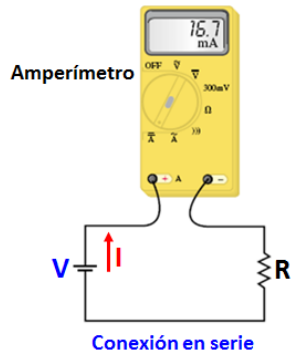
**Conexiones para medir una resistencia, tensión, corriente y potencia eléctrica**

**Medición de la resistencia      Medición de la tensión (voltaje)**



**Medición de la corriente**

**Medición de la potencia**



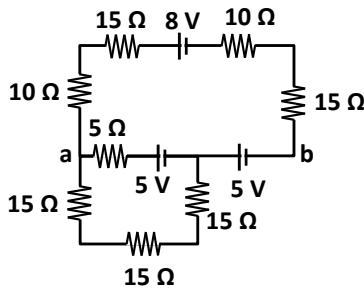
**GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II N° 8  
(Tema: Circuitos de Corriente Continua)**

 Sección : .....  
 Docente : *Escribir el nombre del docente*  
 Unidad: I    Semana: 8

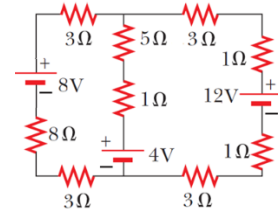
 Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../.....    Duración: .....

**INSTRUCCIONES:** Resuelve y practique los problemas

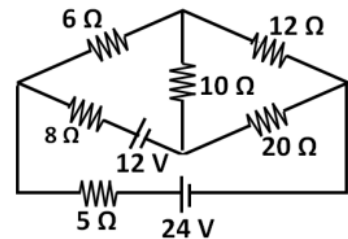
- 1) Determine la corriente eléctrica en cada una de las ramas del circuito que se muestra en la figura.



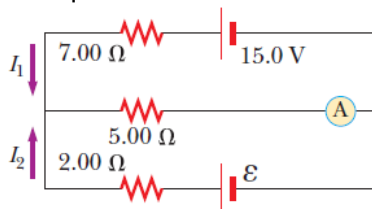
- 2) Encontrar la corriente en cada resistencia y la diferencia de potencial entre el ramal ab.



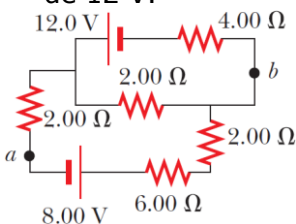
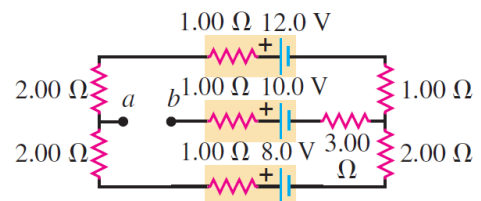
- 3) Hallar las corrientes que circulan en el circuito mostrado.



- 4) El amperímetro que se muestra en la figura da una lectura de 2 A. Determine  $I_1$ ,  $I_2$  y  $\varepsilon$ .

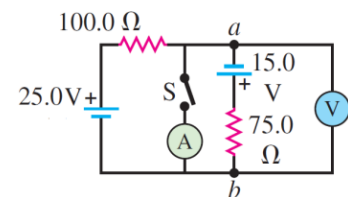


- 5) De la figura: a) Calcule el potencial del punto a con respecto al punto b; b) Si los puntos a y b se conectan con un alambre con resistencia insignificante, determine la corriente en la batería de 12 V.

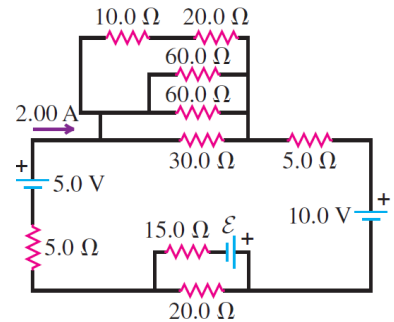


- 6) Para el circuito que se muestra en la figura; calcule: a) Las corrientes en los resistores de 2 Ω y b) La diferencia de potencial entre los puntos a y b.

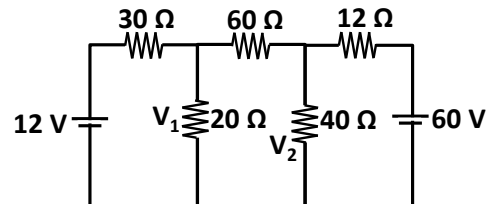
- 7) En la figura se ilustra un circuito en el que todos los medidores son ideales y las baterías no tienen resistencia interna apreciable. a) Diga cuál será la lectura del voltímetro con el interruptor S abierto. ¿Cuál punto está a un potencial mayor; a o b? b) Con el interruptor cerrado, obtenga la lectura del voltímetro y del amperímetro. ¿Cuál trayectoria (superior o inferior) sigue la corriente a través del interruptor?.



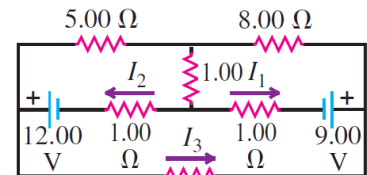
- 8) Considere el circuito que se ilustra en la figura. a) ¿Cuál debe ser la fem  $\epsilon$  de la batería para que una corriente de 2 A fluya a través de la batería de 5 V, como se muestra? La polaridad de la batería, ¿es correcta como se indica? b) ¿Cuánto tiempo se requiere para que se produzcan 60 J de energía térmica en el resistor de 10 V?



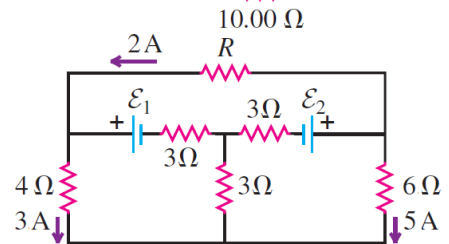
- 9) Emplee el método de mallas para: a) determinar  $V_1$  y  $V_2$  y las corrientes que circulan a través de cada una de las resistencias del siguiente circuito: b) Encuentre la potencia asociada con cada fuente y determine si las fuentes suministran o absorben potencia.



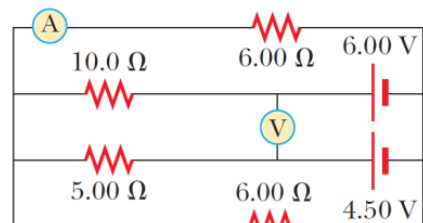
- 10) Calcule las tres corrientes  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  que se indican en el diagrama de circuito en la figura



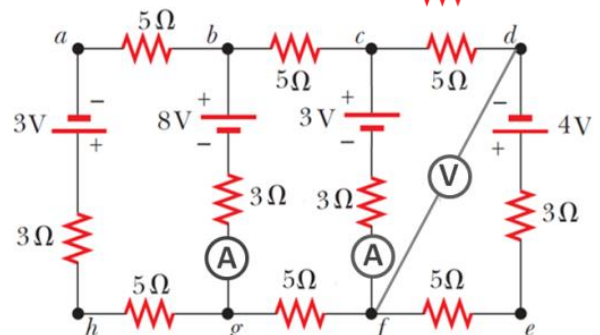
- 11) En el circuito que se ilustra en la figura; encuentre: a) Las corrientes en los resistores de 3 Ω; b) Las fem desconocidas  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$ ; c) la resistencia R.



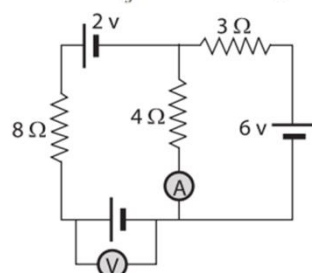
- 12) Considere el circuito que se muestra en la figura. ¿Cuáles son las lecturas esperadas del amperímetro ideal y del voltímetro ideal?



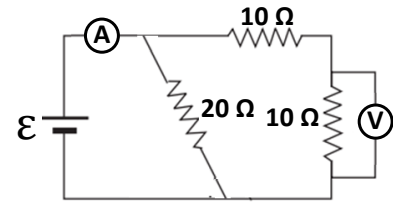
- 13) Del circuito de la figura; determinar: a) Las lecturas de los amperímetros ideales y del voltímetro ideal a) Encuentre la diferencia de potencial en el ramal bc; c) Hallar la potencia eléctrica en el ramal gf.



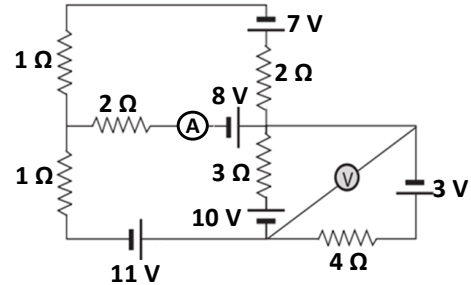
- 14) En la figura, la lectura del amperímetro es 3 A. Calcule la lectura del voltímetro.



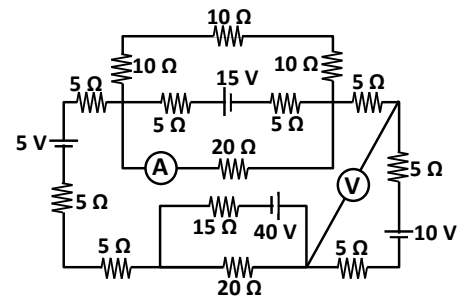
Determine la lectura del amperímetro, si el voltímetro marca 40V. Considere instrumentos ideales



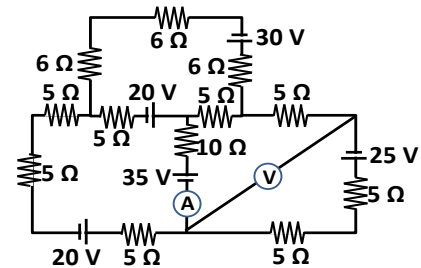
15) En el circuito que se muestra en la figura, determinar la lectura del amperímetro y voltímetro ideal.



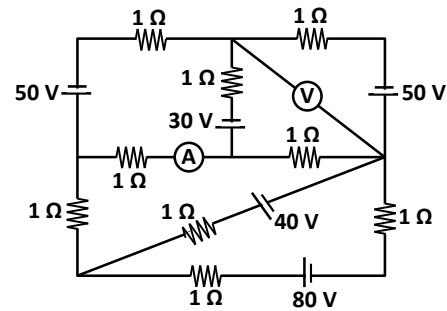
16) En el circuito de la figura; determinar La lectura del amperímetro y voltímetro ideal.



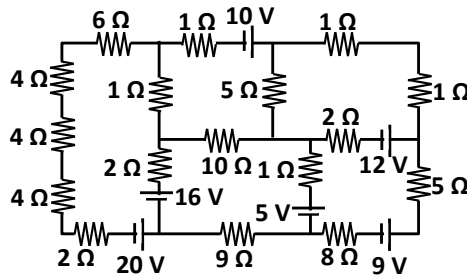
17) En el circuito de la figura; determinar La lectura del amperímetro y voltímetro ideal.



18) En el circuito mostrado: a) Determinar las lecturas del amperímetro y voltímetro ideal; b) La potencia en la resistencia ubicado en la diagonal del ramal del circuito.



19) En el circuito mostrado, determinar las corrientes de cada ramal, aplicando el método de corrientes de malla.



**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II**  
**Laboratorio N° 06: Leyes de Kirchhoff**

Sección : .....

Docente : *Escribir el nombre del docente*

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : ..../..../..... Duración:....80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA**

Mediciones eléctricas de corrientes y voltajes en un circuito de corriente continua.

**II. PROPOSITO**

Determinar en un circuito de corriente continua las corrientes y voltajes que circulan en un ramal y malla; y Contrastar la teoría de la Ley de Kirchhoff con la parte experimental de las mediciones indicadas.

**III. OBJETIVOS**

- Determinar experimentalmente la Ley de nodos, dada por Kirchhoff para un circuito eléctrico.
- Determinar experimentalmente la Ley de voltajes dada por Kirchhoff para un circuito complejo.

**IV. FUNDAMENTO TEORICO**

1<sup>ra</sup> Ley de Kirchhoff (NODOS):  $\Sigma(I_{\text{Ingresa}}) = (\Sigma I_{\text{sale}})$

2<sup>da</sup> Ley de Kirchhoff (Voltajes):  $\Sigma(V) = 0$

**V. MATERIALES Y EQUIPOS**

Para el desarrollo del experimento, los alumnos utilizaran lo siguiente:

Nº	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
01	Fuente de alimentación regulable		01
02	Multímetro digital para CC o CD		02
03	Modulo (tablero de circuitos)		01
04	Cables con conectores mordaza-cocodrilo		10

**VI. NOTAS DE SEGURIDAD**

- Tener cuidado en conectar la fuente regulable al tomacorriente de corriente alterna (c.a.) de 220 V.
- Tener cuidado en seleccionar el multímetro para hacer mediciones de C.D. O C.C.
- Tener cuidado en ubicar el intervalo del rango a medir. Empiece de un valor alto hasta ubicar el rango correcto.

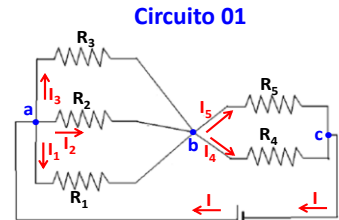
**VII. CÁLCULOS A REALIZAR**

- Determinar los valores de las corrientes en un circuito de C.C.; en forma teórica y experimental.
- Determinar los valores de los voltajes en un circuito de C.C.; en forma teórica y experimental.

**VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

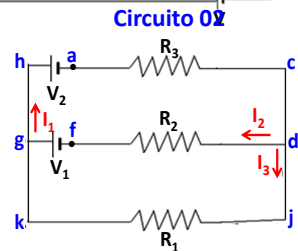
**1ra Ley de Kirchhoff**

Con el módulo electrónico (tablero), haga las conexiones eléctricas necesarias para establecer el circuito 01 mostrado; para determinar las corrientes que circulan en el circuito. Los datos obtenidos rellenen en las tablas N° 2,3 y 4



**2da Ley de Kirchhoff**

Con el módulo electrónico (tablero), haga las conexiones eléctricas necesarias para establecer el circuito 02 mostrado; para determinar los voltajes que circulan en el circuito. Los datos obtenidos rellenen en las tablas N° 5 y 6



**IX. RESULTADOS O PRODUCTOS** Tabla N° 1: Valores de las resistencias obtenidas en forma teórica y experimental

VALOR TEORICO DE LA RESISTENCIA									EXPERIMENTAL	
R	1ra Banda	2da Banda	3ra Banda	Valor teórico de R	4ta Banda	Tolerancia con el valor teórico	Rango Mínimo de R	Rango máximo de R	Valor medido de R	% Error
R1			(Multiplicación)							
R2										
R3										
R4										
R5										

Tabla N° 02 Valor teórico de las corrientes

								<b>Nodo a</b>		<b>Nodo b</b>		<b>Nodo c</b>	
								Ingre sa	Sale	Ingres a	Sale	Ingre sa	Sal e
<b>N o</b>	<b>V</b>	<b>I</b>	<b>I</b> <sub>1</sub>	<b>I</b> <sub>2</sub>	<b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub>	<b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b>	<b>I</b> <sub>1</sub> + <b>I</b> <sub>2</sub> + <b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>1</sub> + <b>I</b> <sub>2</sub> + <b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub> + <b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub> + <b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b>
1													

Tabla N° 03 Valor experimentales de las corrientes

								<b>Nodo a</b>		<b>Nodo b</b>		<b>Nodo c</b>	
								Ingre sa	Sale	Ingres a	Sal e	Ingre sa	Sal e
<b>N o</b>	<b>V</b>	<b>I</b>	<b>I</b> <sub>1</sub>	<b>I</b> <sub>2</sub>	<b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub>	<b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b>	<b>I</b> <sub>1</sub> + <b>I</b> <sub>2</sub> + <b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>1</sub> + <b>I</b> <sub>2</sub> + <b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub> + <b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub> + <b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b>
1													

Tabla N° 04 % error de las corrientes

								<b>Nodo a</b>		<b>Nodo b</b>		<b>Nodo c</b>	
								Ingre sa	Sale	Ingres a	Sal e	Ingre sa	Sal e
<b>N o</b>	<b>V</b>	<b>I</b>	<b>I</b> <sub>1</sub>	<b>I</b> <sub>2</sub>	<b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub>	<b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b>	<b>I</b> <sub>1</sub> + <b>I</b> <sub>2</sub> + <b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>1</sub> + <b>I</b> <sub>2</sub> + <b>I</b> <sub>3</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub> + <b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b> <sub>4</sub> + <b>I</b> <sub>5</sub>	<b>I</b>
1													

Tabla N° 05 Valores de la malla 1

<b>MALLA 1 (ghacdg)</b> <b>Sentido horario</b>	<b>TEORICO</b>	<b>EXPERIMENTAL</b>	<b>% ERROR</b>
V <sub>1</sub>			
V <sub>2</sub>			
I <sub>1</sub>			
I <sub>2</sub>			
V en R <sub>2</sub>			
V en R <sub>3</sub>			
$\Sigma V$ malla <b>ghacdg</b>			

Tabla N° 06 Valores de la malla 2

<b>MALLA 2 (gfdjkg)</b> <b>Sentido horario</b>	<b>TEORICO</b>	<b>EXPERIMENTAL</b>	<b>% ERROR</b>
V <sub>1</sub>			
I <sub>2</sub>			
I <sub>3</sub>			
V en R <sub>1</sub>			
V en R <sub>2</sub>			
$\Sigma V$ malla <b>gfdjkg</b>			

## X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimentalmente el arreglos de resistencia en serie y en paralelo.  
Se Aplicó las ecuaciones para determinar las resistencias equivalentes en un circuito de corriente continua.

## VI. CUESTIONARIO:

1. Se cumple la Ley de Kirchhoff en el nodo de la tabla 02. Explique claramente con fundamento científico.
2. Si cambiamos la polaridad en el circuito de la tabla 02, se cumpliría la Ley de nodos, demuestre con fundamento científico, discutiendo en su grupo.
4. ¿Se cumple la ley de Kirchhoff en las tablas 03, por qué? Explique fundamentando científicamente su respuesta luego de una discusión entre los miembros de su grupo.
5. Se cumple la ley de Kirchhoff en las tablas 5 y 6 por qué? Explique fundamentando científicamente su respuesta luego de una discusión entre los miembros de su grupo.
7. Compruebe teóricamente la solución de problemas prácticos en los cuales se apliquen las leyes de Kirchhoff en situaciones prácticas.



**Semana 10**

**TEMA 10**

**CAMPO MAGNÉTICO Y FUERZA MAGNÉTICA**

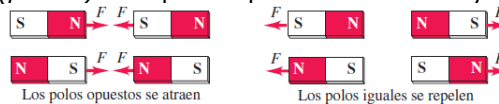
La correspondencia entre la electricidad y el magnetismo fue descubierta en 1819 cuando, en el transcurso de una demostración en una conferencia, el científico danés Hans Christian Oersted descubrió que una corriente eléctrica en un alambre desviaba la aguja de una brújula cercana. Durante 1820, Faraday y Joseph Henry (1797-1878) demostraron, de manera independiente, relaciones adicionales entre la electricidad y el magnetismo. Mostraron que es posible crear una corriente eléctrica en un circuito ya sea moviendo un imán cerca de él o variando la corriente de algún circuito cercano. Estas observaciones demuestran que una variación en un campo magnético crea un campo eléctrico. Años después, el trabajo teórico de Maxwell demostró que lo contrario también es cierto: un campo eléctrico que varía crea un campo magnético.



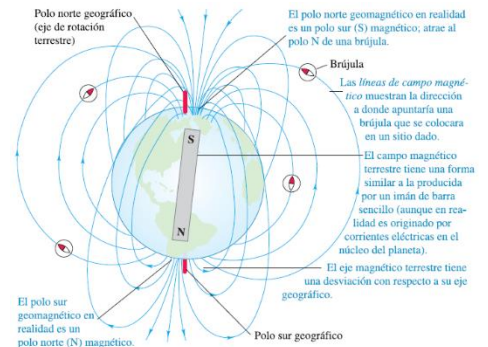
**Magnetismo**

Los fenómenos magnéticos fueron observados por primera vez al menos hace 2500 años, con fragmentos de mineral de hierro magnetizado cerca de la antigua ciudad de Magnesia (hoy Manisa, en Turquía occidental). Esos trozos eran ejemplos de lo que ahora llamamos imanes permanentes.

Un imán permanente en forma de barra, o *imán de barra*, tiene un extremo llamado *polo norte (polo N)* y el otro extremo *polo sur (polo S)*. Los polos opuestos se atraen y los polos iguales se rechazan

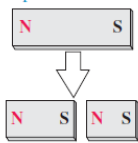


La Tierra misma es un imán. Su polo norte geográfico está cerca del polo sur magnético, lo cual es la razón por la que el polo norte de la aguja de una brújula señala al norte terrestre. La figura es un esquema del campo magnético terrestre. Las líneas, llamadas líneas de campo magnético, muestran la dirección que señalaría una brújula que estuviera en cada sitio



El eje magnético de nuestro planeta no es del todo paralelo a su eje geográfico (el eje de rotación), así que la lectura de una brújula se desvía un poco del norte geográfico. Tal desviación, que varía con la ubicación, se llama *declinación magnética* o *variación magnética*.

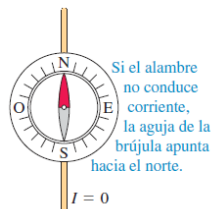
Al romper un imán en dos ...



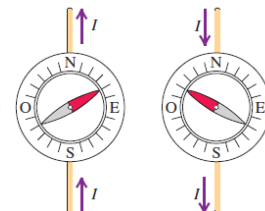
... se producen dos imanes, no dos polos aislados.

No existe un polo magnético aislado (o *monopolo magnético*); los polos siempre ocurren por pares. Si un imán de barra se parte en dos, cada extremo se convierte en un polo norte y en un polo sur.

La primera evidencia de la relación que hay entre el magnetismo y las cargas en movimiento la descubrió, en 1820, el científico danés Hans Christian Oersted, quien encontró que un alambre conductor de corriente desviaba la aguja de una brújula, como se ilustra en la figura.



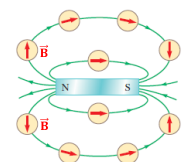
Si el alambre lleva corriente, la aguja de la brújula tiene una desviación, cuya dirección depende de la dirección de la corriente.



**Campo magnético**

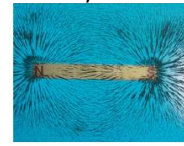
Al igual que el campo eléctrico, el magnético es un campo vectorial es decir, una cantidad vectorial asociada con cada punto del espacio. Usaremos el símbolo  $\vec{B}$  para representar el campo magnético.

En cualquier posición, la dirección de  $\vec{B}$  se define como aquella en la que tiende a apuntar el polo norte de la aguja de una brújula. La figura muestra cómo pueden trazarse las líneas del campo magnético de un imán de barra con ayuda de una

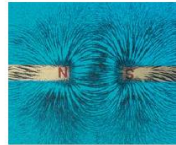


brújula. Observe que las líneas de campo magnético en el exterior del imán apuntan alejándose del polo norte y hacia el polo sur.

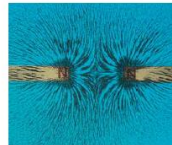
Es posible mostrar los patrones de campo magnético de un imán de barra utilizando pequeñas limaduras de hierro, como se muestra en la figura



Líneas de campo magnético de un imán de barra



Líneas de campo magnético entre polos opuestos



Líneas de campo magnético entre polos idénticos

### Fuerzas magnéticas sobre cargas móviles

La magnitud  $F_B$  de la fuerza magnética ejercida sobre la partícula es proporcional a la carga  $q$  y a la rapidez  $v$  de dicha partícula.

Ecuación escalar; (Magnitud):  $F = qvB \sin \theta$

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

Siendo:  $F =$  Fuerza magnética (N)

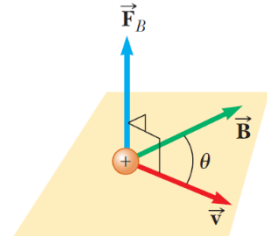
$q =$  Carga eléctrica (C).  $q = It$

$v =$  Velocidad de la carga eléctrica (m/s)

$B =$  Campo magnético (Tesla=T)

Dirección de  $F$ : perpendicular al plano ( $v, B$ )

Sentido de  $F$ : regla de la mano derecha.

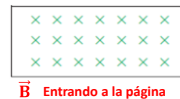


Notación usada del campo eléctrico:

Para indicar la dirección de  $\vec{B}$  utilizamos las ilustraciones:



$\vec{B}$  Saliendo de la página



$\vec{B}$  Entrando a la página

**Problema 01:** Una partícula con masa 2,5 g y una carga de  $-1,25 \times 10^{-8}$  C se mueve con velocidad instantánea  $\vec{v} = 4 \times 10^4 \vec{i} - 3 \times 10^4 \vec{j} + 2 \times 10^4 \vec{k}$ , (m/s) ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la aceleración de la partícula producida por un campo magnético uniforme  $\vec{B} = 2\vec{i} + 4\vec{j} - 3\vec{k}$ , (T)?

Solución:

Datos:  $m = 2,5 \text{ g} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ kg}$

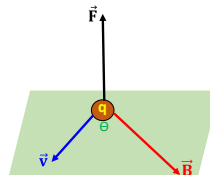
$q = -1,25 \times 10^{-8} \text{ C}$

$\vec{v} = 4 \times 10^4 \vec{i} - 3 \times 10^4 \vec{j} + 2 \times 10^4 \vec{k}$ , (m/s)

$\vec{B} = 2\vec{i} + 4\vec{j} - 3\vec{k}$ , (T)

Hallar:  $F = ?$ , (N)

Gráfico:



Por teoría: Ecuación vectorial de la fuerza magnética y la fuerza mecánica:

$$\left. \begin{aligned} \vec{F} &= q(\vec{v} \times \vec{B}) \\ \vec{F} &= m\vec{a} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q(\vec{v} \times \vec{B})}{m} \dots (1)$$

Hallando el producto vectorial:

$$v \times B = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 4 \times 10^4 & -3 \times 10^4 & 2 \times 10^4 \\ 2 & 4 & -3 \end{vmatrix} \Rightarrow \vec{v} \times \vec{B} = 1 \times 10^4 \vec{i} - 16 \times 10^4 \vec{j} + 22 \times 10^4 \vec{k}, (\text{T})$$

Reemplazando valores en la ec. (1):

$$\vec{a} = \frac{(-1,25 \times 10^{-8})(1 \times 10^4 \vec{i} - 16 \times 10^4 \vec{j} + 22 \times 10^4 \vec{k})}{2,5 \times 10^{-3}} \Rightarrow \vec{a} = -0,05 \vec{i} + 0,8 \vec{j} - 1,1 \vec{k} \quad // \text{Rpta.}$$

Hallando la magnitud de la aceleración:  $|\vec{a}| = \sqrt{(-0,05)^2 + (0,8)^2 + (-1,1)^2} \Rightarrow a = 1,36 \text{ m/s}^2$

Hallando la dirección del vector aceleración:  $\cos \alpha = \frac{a_x}{a}$ ;  $\cos \beta = \frac{a_y}{a}$ ;  $\cos \gamma = \frac{a_z}{a}$

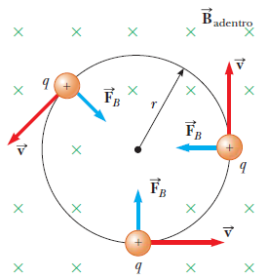
$$\cos \alpha = \frac{-0,05}{1,36} \Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{-0,05}{1,36}\right) \Rightarrow \alpha = 92,11^\circ$$

$$\cos \beta = \frac{0,8}{1,36} \Rightarrow \beta = \arccos\left(\frac{0,8}{1,36}\right) \Rightarrow \beta = 53,97^\circ$$

$$\cos \gamma = \frac{-1,1}{1,36} \Rightarrow \gamma = \arccos\left(\frac{-1,1}{1,36}\right) \Rightarrow \gamma = 143,98^\circ \quad // \text{Rpta.}$$

### Movimiento de partículas cargadas en un campo magnético

Cuando una partícula cargada se mueve en un campo magnético, sobre ella actúa la fuerza magnética ( $F = qvB\text{sen}\theta$ ) y su movimiento está determinado por las leyes de Newton ( $F=ma$ ;  $\Sigma F=0$ ). La figura muestra un ejemplo sencillo.



La segunda ley de Newton para la partícula, está dado por:  $F=ma$  (1)

La fuerza magnética viene a ser:  $F = qvB\text{sen}\theta$  ..... (2)

El ángulo  $\theta$  que forma los vectores  $\vec{v}$  y  $\vec{B}$  es  $90^\circ$ .

La aceleración centrípeta es:  $a=v^2/r$

Reemplazando en la ec. (1):  $qvB\text{sen}90^\circ = m\left(\frac{v^2}{r}\right)$

Al despejar  $r$ ; se obtiene el **radio de una órbita circular en un**

**campo magnético:**  $r = \frac{mv}{qB}$  Siendo:  $m =$  masa de la partícula (kg)

- Impulso o cantidad de movimiento de la partícula ( $p$ ). Esta dado por la ecuación:  $p = mv$   
Unidad: (kg.m/s)

- La rapidez angular  $\omega$  de la partícula se calcula con la ecuación:  $\omega = \frac{v}{r}$ ; Unidad: rad/s

- El periodo del movimiento ( $T$ ), (intervalo de tiempo que necesita la partícula para completar una revolución) viene a ser:  $T = \frac{2\pi r}{v}$ ; Como  $r = \frac{mv}{qB}$ ;  $\Rightarrow$  por tanto:

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

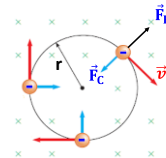
Como,  $v = \omega r$ , entonces el periodo es:  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ; unidad: s

- El momentum angular:  $L = mvr$ ; Unidad: kg.m<sup>2</sup>/s

**Problema 02:** Un electrón se mueve en una trayectoria circular perpendicular a un campo magnético constante de magnitud 1.0 mT. El momentum angular del electrón en relación con el centro del círculo es  $4,0 \times 10^{-25}$  kg.m<sup>2</sup>/s. Determine: a) el radio de la trayectoria circular y b) la rapidez del electrón.

Solución:

Gráfico:



Por teoría: Ecuación escalar de la fuerza magnética, fuerza centrípeta y momento angular:

$$\left. \begin{aligned} F_B &= qvB\text{sen}\theta \\ \vec{v} \perp \vec{B} &\Rightarrow \theta = 90^\circ \\ F_c &= ma = m\left(\frac{v^2}{r}\right) \\ L &= mvr \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_B = F_c \dots (1)$$

Datos: electrón:  $\begin{cases} q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ m = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg} \end{cases}$

$B = 1 \text{ mT} = 1 \times 10^{-3} \text{ T}$

Momentum angular:  $L = 4 \times 10^{-25} \text{ kg.m}^2/\text{s}$

Hallar: a)  $r = ?$

b)  $v = ?$

Pgta. a) Hallando el radio de la trayectoria circular:

Reemplazando en la ecuación (1):  $qvB\text{sen}\theta = m\left(\frac{v^2}{r}\right) \Rightarrow qvB\text{sen}90^\circ = m\left(\frac{v^2}{r}\right) \Rightarrow$

$$qB = m\left(\frac{v}{r}\right) \Rightarrow r^2 = \frac{mvr}{qB}$$

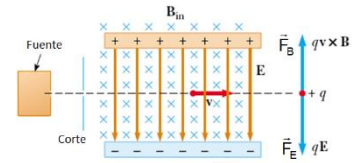
Siendo:  $r = \sqrt{\frac{L}{qB}} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-25}}{(1,6 \times 10^{-19})(1 \times 10^{-3})}} \Rightarrow r = 0,05 \text{ m}$  //Rpta.

Pgta. b) Hallando la rapidez del electrón: de la ecuación:  $qB = m\left(\frac{v}{r}\right)$

Despejando  $r$ :  $v = \frac{qBr}{m} \Rightarrow v = \frac{(1,6 \times 10^{-19})(1 \times 10^{-3})(0,05)}{9,11 \times 10^{-31}} \Rightarrow v = 8,78 \times 10^6 \text{ m/s}$  //Rpta

### Fuerza de Lorentz

Una carga móvil con una velocidad  $\mathbf{v}$ , en presencia tanto de un campo eléctrico ( $\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q}$ ) y un campo magnético ( $\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$ ) experimenta a la vez una fuerza eléctrica  $\vec{F}_E$  y una fuerza magnética  $\vec{F}_B$ . La fuerza total (conocida como fuerza de Lorentz) que actúa sobre la carga es:



$$\vec{F}_T = \vec{F}_E + \vec{F}_B \Rightarrow \vec{F}_T = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow \boxed{\vec{F}_T = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})}$$

**Problema 03:** Un protón se mueve con una velocidad  $\vec{v} = 2\vec{i} - 4\vec{j} + \vec{k}$ ,  $\mu\text{m/s}$  en presencia tanto de un campo eléctrico  $\vec{E} = 2\vec{i} - 4\vec{j} - 3\vec{k}$ ,  $\mu\text{N/C}$  y un campo magnético  $\vec{B} = \vec{i} + 2\vec{j} - 3\vec{k}$ ,  $\mu\text{T}$ . Determinar la aceleración del protón que experimenta a la vez una fuerza eléctrica y una fuerza magnética.

Solución:

Gráfico:

Datos: Protón:  $\left\{ \begin{array}{l} q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} \end{array} \right.$

Velocidad:  $\vec{v} = 2\vec{i} - 4\vec{j} + \vec{k}$ ,  $\mu\text{m/s}$

Campo eléctrico:  $\vec{E} = 2\vec{i} - 4\vec{j} - 3\vec{k}$ ,  $\mu\text{N/C}$

Campo magnético:  $\vec{B} = \vec{i} + 2\vec{j} - 3\vec{k}$ ,  $\mu\text{T}$

Hallar: a) La aceleración:  $a = ?$

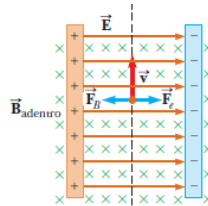
Reemplazando en la ecuación (1):

$$\vec{a} = \frac{(1,6 \times 10^{-19})(2\vec{i} - 4\vec{j} - 3\vec{k} + 10\vec{i} - 7\vec{j} + 8\vec{k})}{1,67 \times 10^{-27}} \Rightarrow$$

$$\vec{a} = 9,58 \times 10^7 (12\vec{i} - 11\vec{j} + 5\vec{k}), \mu\text{m/s}^2$$

Hallando la magnitud:  $|\vec{a}| = |9,58 \times 10^7 (12\vec{i} - 11\vec{j} + 5\vec{k})| \Rightarrow |\vec{a}| = |9,58 \times 10^7| |12\vec{i} - 11\vec{j} + 5\vec{k}|$

$$a = 9,58 \times 10^7 \sqrt{(12)^2 + (-11)^2 + (5)^2} \Rightarrow a = 1,63 \times 10^9 \mu\text{m/s}^2 \Rightarrow a = 1,63 \times 10^3 \text{ m/s}^2 \text{ //Rpta}$$



Por teoría: Ecuación de fuerza de Lorentz y la fuerza mecánica.

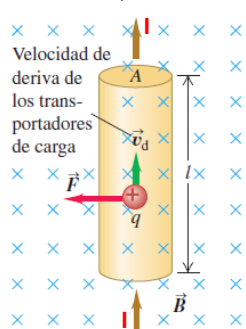
$$\left. \begin{array}{l} \vec{F}_T = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \\ \vec{F} = m\vec{a} \end{array} \right\} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})}{m} \dots (1)$$

- Determinando el producto vectorial de la velocidad y el campo magnético.

$$\mathbf{v} \times \mathbf{B} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 2 & -4 & 1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix} \Rightarrow \vec{v} \times \vec{B} = 10\vec{i} - 7\vec{j} + 8\vec{k}$$

### Fuerza magnética sobre un conductor que transporta corriente

La fuerza ejercida sobre un segmento de alambre conductor que transporta corriente eléctrica, en un campo magnético uniforme viene a ser:



Sí:  $F = qvB \text{ Sen } \theta \dots (1)$

Siendo:  $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow \theta = 90^\circ$

Como:  $v = \frac{L}{t}$ ;  $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It$

Reemplazando en ec. (1):  $F = (It) \left( \frac{L}{t} \right) B \text{ Sen } 90^\circ \Rightarrow \boxed{F = ILB}$

Siendo: I = Intensidad de corriente eléctrica (A)

L = Longitud del cable o conductor (m)

Ecuación vectorial:  $\boxed{\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}}$

Nota: La corriente **no** es un vector; es solo una cantidad escalar.

**Problema 04:** Una varilla de cobre, recta y horizontal, transporta una corriente de 25 A, en una región entre los polos de un electroimán grande. En esta región hay un campo magnético dirigido que forma un ángulo de  $60^\circ$  con la varilla, con magnitud de 1.20 T. Encuentre la masa de la varilla si tiene una longitud de 1.50 m.

Solución:

Corriente:  $I = 25 \text{ A}$

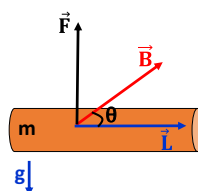
Ángulo:  $\theta = 60^\circ$

Campo magnético:  $B = 1,20 \text{ T}$

$L = 1,50 \text{ m}$

Hallar: a) masa  $m = ?$

Gráfico:



Por teoría: Ecuación de fuerza magnética en un conductor y la fuerza gravitacional.

$$\left. \begin{array}{l} F = IBL \text{ Sen } \theta \\ F = \omega = mg \end{array} \right\} \Rightarrow m = \frac{IBL \text{ Sen } \theta}{g} \dots (1)$$

Reemplazando en la ecuación (1):  $m = \frac{(25)(1,20)(1,50)(\text{Sen } 60^\circ)}{9,8} \Rightarrow m = 3,98 \text{ kg}$

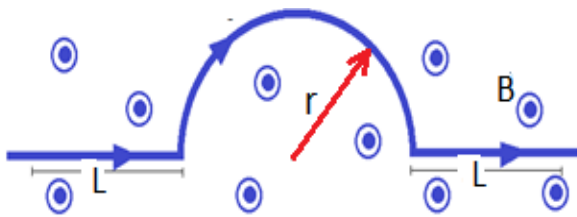
## GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II N° 09 (Tema: Campo magnético y fuerzas magnéticas)

Sección : .....  
 Docente : Escribir el nombre del docente  
 Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../2016 Duración: .....

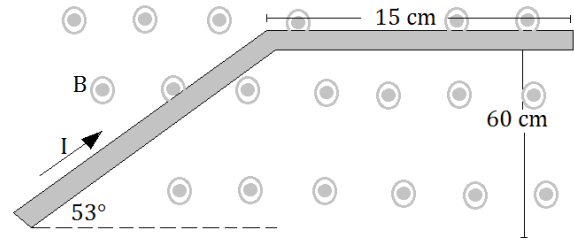
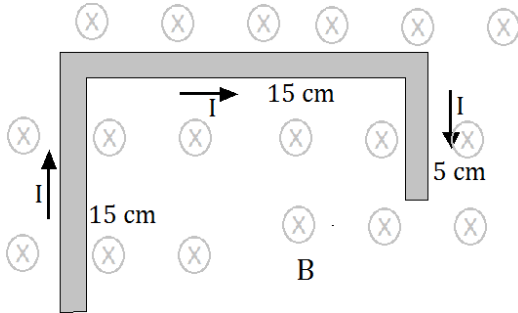
**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

- 1) Una partícula con masa 3 g y una carga de  $1,5 \times 10^{-8}$  C se mueve con velocidad instantánea  $\vec{v} = 2 \times 10^4 \vec{i} - 3 \times 10^4 \vec{j} - 4 \times 10^4 \vec{k}$ , (m/s) ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la aceleración de la partícula producida por un campo magnético uniforme  $\vec{B} = 3 \vec{i} - 4 \vec{j} + 2 \vec{k}$ , (T)?.
- 2) Un electrón se mueve en una trayectoria circular perpendicular a un campo magnético constante de magnitud 1.5 mT. El momentum angular del electrón en relación con el centro del círculo es  $5,0 \times 10^{-25}$  kg.m<sup>2</sup>/s. Determine: a) el radio de la trayectoria circular y b) la rapidez del electrón.
- 3) Un protón se mueve con una velocidad  $\vec{v} = \vec{i} - 2 \vec{j} - 3 \vec{k}$ , μm/s en presencia tanto de un campo eléctrico  $\vec{E} = 3 \vec{i} - 4 \vec{j} + 5 \vec{k}$ , μN/C y un campo magnético  $\vec{B} = \vec{i} + 2 \vec{j} - 3 \vec{k}$ , μT. Determinar la aceleración del protón que experimenta a la vez una fuerza eléctrica y una fuerza magnética.
- 4) Una varilla de cobre, recta y horizontal, transporta una corriente de 35 A, en una región entre los polos de un electroimán grande. En esta región hay un campo magnético dirigido que forma un ángulo de 57° con la varilla, con magnitud de 1.50 T. Encuentre la masa de la varilla si tiene una longitud de 2.0 m.
- 5) Una partícula con masa de 0.20 g lleva una carga de  $2.50 \times 10^{-8}$  C. Se da a la partícula una velocidad horizontal inicial hacia el norte y con magnitud de  $4.0 \times 10^4$  m/s. ¿Cuáles son la magnitud y la dirección del campo magnético mínimo que mantendrá la partícula en movimiento en el campo gravitacional terrestre, en la misma dirección horizontal hacia el norte?
- 6). Un electrón es acelerado por medio de 2 400 V partiendo del reposo y después entra en un campo magnético uniforme de 1.70 T. ¿Cuáles son los valores máximo y mínimo, de la fuerza magnética que puede experimentar esta carga?
- 7) Un protón se mueve con una velocidad  $\vec{v} = 2 \vec{i} - 4 \vec{j} + \vec{k}$ , m/s en una región donde el campo magnético tiene un valor  $\vec{B} = \vec{i} + 2 \vec{j} - 3 \vec{k}$ , T. ¿Cuál es la magnitud de la aceleración y fuerza magnética que experimenta esta carga?.
- 8) Un ion con una sola carga tiene una masa de  $1.20 \times 10^{-26}$  kg. Es acelerado a través de una diferencia de potencial de 220 V, y luego entra a un campo magnético de 0.8 T perpendicular a la trayectoria del ion. ¿Cuál es el radio de la trayectoria del ion en el campo magnético?
- 9) Una partícula tiene una masa de  $3.5 \times 10^{-27}$  kg y una carga de +e. La partícula se mueve en una trayectoria circular con un radio de 7 mm en un campo magnético con magnitud de 2.50 T. a) Encuentre la rapidez de la partícula. b) Calcule el tiempo requerido para que recorra media revolución. c) ¿A través de cuál diferencia de potencial tendría que ser acelerado la partícula para alcanzar tal rapidez?
- 10) Un alambre de 3 m de longitud conduce una corriente de 5 A en una región donde un campo magnético uniforme tiene una magnitud de 0.50 T. Calcule la magnitud de la fuerza magnética que se ejerce sobre el alambre, si el ángulo formado por el campo magnético y la corriente es igual a 60°.



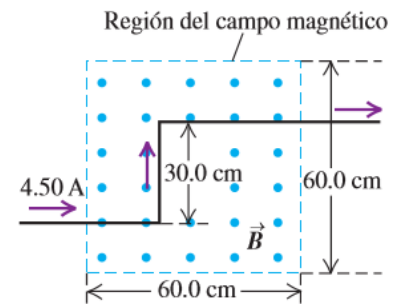
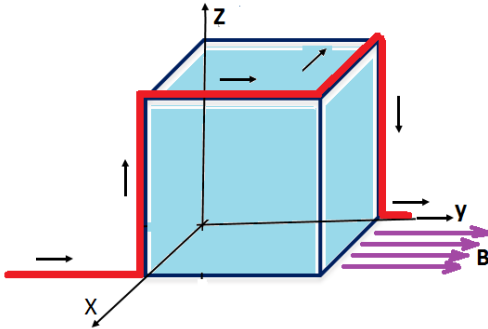
- 11) Una corriente eléctrica de intensidad 15 A circula a lo largo de un trozo de alambre conductor, plano, con la forma indicada en la figura. El alambre se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme de 1,45 T, perpendicular al plano del alambre e independiente de I. Calcule la fuerza magnética total que actúa sobre el alambre. (L=60 cm y r=20 cm).

12.- En el alambre conductor doblado como se muestra circula una corriente de  $I = 15 \text{ A}$  y está sometido a un campo magnético cuya inducción es  $B = 6,4 \text{ T}$ . Hallar la fuerza en el conductor.



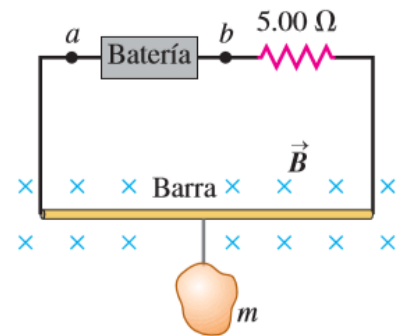
13.- Hallar la fuerza magnética resultante en el conductor mostrado, por el cual circula una corriente de  $I = 12 \text{ A}$  y existe un campo cuya inducción magnética es  $B = 2,2 \text{ T}$ .

14.- Un alambre largo que conduce una corriente de  $4.50 \text{ A}$  forma dos dobleces a  $90^\circ$ , como se muestra en la figura. La parte flexionada del alambre pasa a través de un campo magnético uniforme de  $0.240 \text{ T}$  dirigido como se indica en la figura y confinado a una región limitada del espacio. Calcule la magnitud y la dirección de la fuerza que el campo magnético ejerce sobre el alambre.

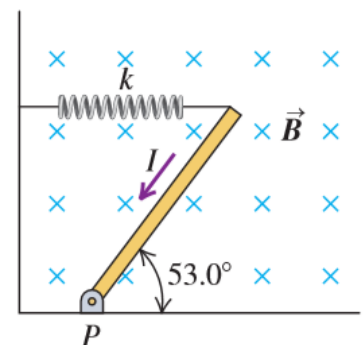


15. un alambre largo conduce  $25 \text{ A}$  de corriente paralelo al eje  $+x$  excepto por tres de los cuatro segmentos que sigue las aristas del cubo de  $0.25 \text{ m}$ , como se muestra en la figura. El alambre se encuentra en un campo magnético uniforme de  $2.0 \text{ T}$  dirigida en forma paralela al eje  $+x$  ¿Cuál es la fuerza magnética neta del alambre?

16. El circuito que se ilustra en la figura se utiliza para construir una balanza magnética para pesar objetos. La masa  $m$  por medir cuelga del centro de la barra que se halla en un campo magnético uniforme de  $1.50 \text{ T}$ . El voltaje de la batería se ajusta para hacer variar la corriente en el circuito. La barra horizontal mide  $60.0 \text{ cm}$  de largo y está hecha de un material. Está conectada a la batería mediante alambres delgados verticales que no resisten una tensión apreciable; todo el peso de la masa suspendida  $m$  está soportado por la fuerza magnética sobre la barra. Un resistor con  $R = 5.00 \Omega$  está en serie con la barra; la resistencia del resto del circuito es mucho menor que esto. a) ¿Cuál punto, a o b, debería ser la terminal positiva de la batería? b) Si el voltaje terminal máximo de la batería es de  $175 \text{ V}$ , ¿cuál es la masa más grande  $m$  que este instrumento es capaz de medir?



17. Una varilla delgada y uniforme con masa despreciable mide  $0.200 \text{ m}$  y está sujeta al piso por una bisagra sin fricción en el punto P (figura 27.67). Un resorte horizontal con fuerza constante de  $k = 54.80 \text{ N/m}$  enlaza el otro extremo de la varilla con una pared vertical. La varilla está en un campo magnético uniforme  $B = 0.340 \text{ T}$  dirigido hacia el plano de la figura. En la varilla hay una corriente  $I = 6.50 \text{ A}$ , en la dirección que se aprecia. a) Calcule el par de torsión debido a la fuerza magnética sobre la varilla, para un eje en P. Cuando se calcula el par, ¿es correcto tomar la fuerza magnética total como si actuara en el centro de gravedad de la varilla? Explique su respuesta b) Cuando la varilla está en equilibrio y forma un ángulo de  $53.0^\circ$  con el piso, ¿el resorte se estira o comprime? c) ¿Cuánta energía almacenada hay en el resorte cuando la varilla está en equilibrio?



**Semana 11**

**Tema 10**

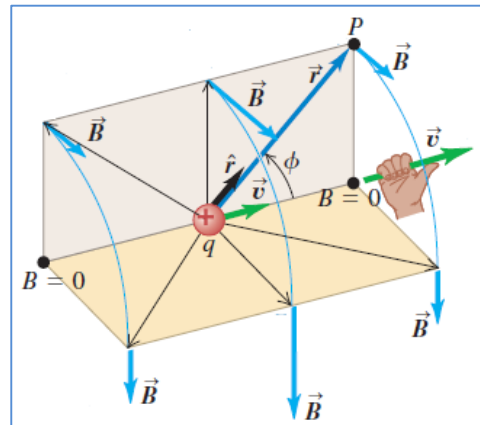
**Fuentes de Campo Magnético**

El inmenso cilindro que se ve en la fig. en realidad, es una bobina conductora de corriente (solenoides), y genera un campo magnético uniforme en su interior. Si dos de tales solenoides se unieran por sus extremos, ¿qué tan fuerte sería el campo magnético? En los capítulos anteriores estudiamos las fuerzas ejercidas sobre cargas en movimiento y conductores que transportan corriente en un campo magnético. No interesa cómo llegó ahí el campo magnético: sólo su existencia como un hecho. Pero, ¿cómo se crean los campos magnéticos? Sabemos que los imanes permanentes y las corrientes eléctricas en los electroimanes crean campos magnéticos. Ahora estudiaremos esas fuentes de campo magnético.



**Campo magnético de una carga en movimiento**

El campo magnético  $\vec{B}$  creado por una carga  $q$  en movimiento con velocidad depende de la distancia  $r$  entre el punto de fuente (ubicación de  $q$ ) y el punto de campo (donde se mide  $\vec{B}$ ). El campo  $\vec{B}$  es perpendicular a  $\vec{v}$  y a  $\hat{r}$  el vector unitario dirigido del punto de fuente al punto de campo. El principio de superposición de campos magnéticos dice que el campo total  $\vec{B}$  producido por varias cargas en movimiento es la suma vectorial de los campos producidos por las cargas individuales.



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$$

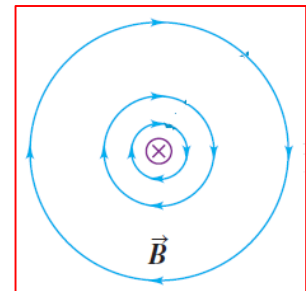
Una carga puntual en movimiento también produce un campo eléctrico, con líneas de campo que irradian hacia fuera desde una carga positiva. La unidad de  $B$  es un tesla (1 T):

$$1 \text{ T} = 1 \text{ N} \cdot \text{s} / \text{C} \cdot \text{m} = 1 \text{ N} / \text{A} \cdot \text{m}$$

$$1 \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{C}^2 = 1 \text{ N} / \text{A}^2 = 1 \text{ Wb} / \text{A} \cdot \text{m} = 1 \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{s}^2 / \text{C}^2 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb} / \text{A} \cdot \text{m}$$

$$= 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m} / \text{A}$$



**Campo magnético de un elemento de corriente**

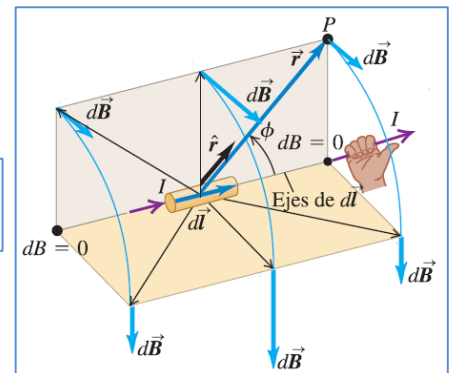
El campo magnético total generado por varias cargas en movimiento es la suma vectorial de los campos generados por las cargas individuales.

$$dQ = nqA dl$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|dQ|v_d \sin\phi}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{n|q|v_d A dl \sin\phi}{r^2}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I dl \sin\phi}{r^2}$$

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



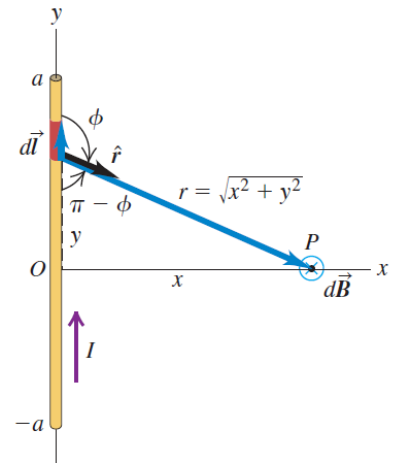
**Campo magnético de un conductor que transporta corriente**

La ley de Biot y Savart da el campo magnético  $d\vec{B}$  creado por un elemento  $d\vec{l}$  de un conductor que transporta una corriente  $I$ . El campo  $d\vec{B}$  es perpendicular tanto a  $d\vec{l}$  como a  $\hat{r}$  el vector unitario dirigido desde el elemento hasta el punto de campo. El campo creado

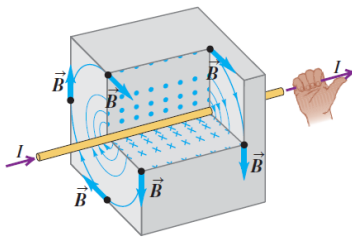
por un conductor finito que transporta corriente es la integral de  $d\vec{B}$  sobre la longitud del conductor.  
 Campo magnético producido por un conductor recto portador de corriente de longitud  $2a$ .

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{-a}^a \frac{x dy}{(x^2 + y^2)^{3/2}}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{2a}{x\sqrt{x^2 + a^2}}$$



Cuando la longitud  $2a$  del conductor es muy grande en comparación con su distancia  $x$  desde el punto  $P$ , se puede considerar infinitamente larga. Luego al integrar la relación anterior tenemos:

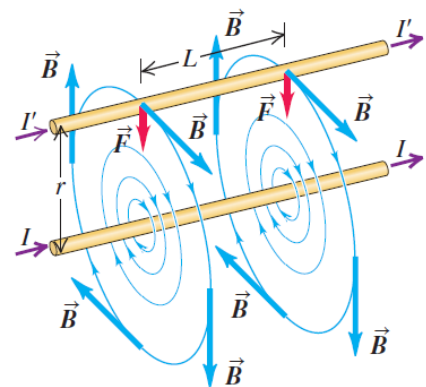


$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

**Fuerza entre alambres paralelos**

Dos conductores largos, paralelos y que transportan corriente se atraen si las corrientes van en el mismo sentido, y se repelen si las corrientes tienen sentidos opuestos. La fuerza magnética por unidad de longitud entre los conductores depende de sus corrientes  $I$  e  $I'$  y su separación  $r$ . La definición de ampere se basa en esta relación.

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I I'}{2\pi r}$$

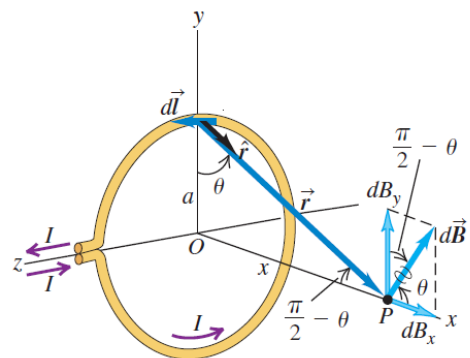


**Las fuerzas magnéticas y la definición de ampere**

Un ampere es la corriente invariable que, si está presente en dos conductores paralelos de longitud infinita y separados por una distancia de un metro de espacio vacío, provoca que cada conductor experimente una fuerza de exactamente  $2 \cdot 10^{-7}$  newtons por metro de longitud.

**Campo magnético de una espira circular de corriente**

La ley de Biot y Savart permite calcular el campo magnético producido a lo largo del eje de una espira circular conductora, de radio  $a$ , que transporta una corriente  $I$ . El campo depende de la distancia  $x$  a lo largo del eje desde el centro de la espira al punto de campo. Si hay  $N$  espiras, el campo se multiplica por  $N$ . En el centro de la



$$B_x = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{3/2}}$$

espira,  $x=0$ .

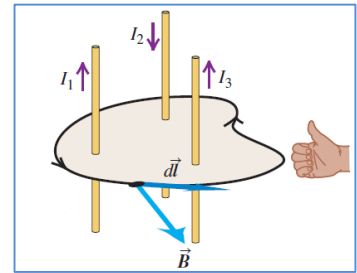


$$B_x = \frac{\mu_0 N I}{2a}$$

en el centro de  $N$  espiras circulares o bobina:



**Ley de Ampere:** La ley de Ampère establece que la integral de línea de  $\vec{B}$  alrededor de cualquier trayectoria cerrada es igual a  $\mu_0$  multiplicado por la corriente neta a través del área encerrada por la trayectoria. El sentido positivo de la corriente se determina mediante la regla de la mano derecha.



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{enc}$$

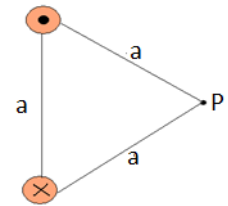
**Campo magnético de un solenoide y un toroide**

Un solenoide ideal es una bobina de longitud grande cuyas espiras están muy juntas. En la expresión del campo magnético que crea,  $n$  es el número de espiras por unidad de longitud.  $n = N/L$ . Cuando un solenoide está doblado en la forma de un círculo o anillo, se lo llama un toroide. Los toroides son valiosos porque, como todos los solenoides, son inductores. Los inductores pueden inducir o causar corrientes que se crean en bobinas cercanas.

Toroide circular	Solenoide ideal*
$r < a \text{ y } r > b \Rightarrow B = 0$ $a < r < b \Rightarrow B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$	$B = \mu_0 n I$

**PROBLEMAS RESUELTOS**

- Por dos conductores muy largos, pasan corrientes de 1,25 A y 2,5 A respectivamente, en sentidos contrarios, como muestra la figura, determina el campo magnético en el punto "P". (  $a = 5 \text{ cm}$  ).



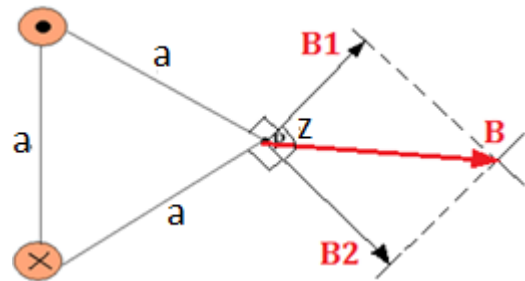
**Solución**

Primero determinamos el campo magnético que genera cada conductor, y luego por teoría vectorial, hallamos el campo magnético total.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B_1 = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,25}{2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 5 \mu T$$

$$B_2 = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 2,5}{2 \cdot \pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 10 \mu T$$

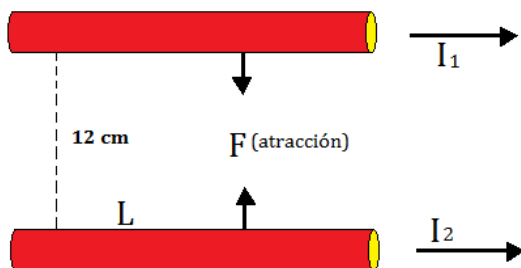


$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2 \cdot B_1 \cdot B_2 \cdot \cos(z)} \quad B = 86 \mu T$$

- Por dos conductores paralelos y muy largos, pasan corrientes de 3,25 A y 1,25 A, en el mismo sentido. Determina el módulo de la fuerza por cm, entre ellos, al estar separados por 12 cm.

**Solución**

Primero identificamos que tipo de fuerza se presenta: como las corrientes van en el mismo sentido es FUERZA DE ATRACCIÓN.



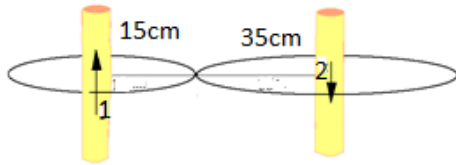
$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I I'}{2\pi r}$$

$$F = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3,25 \cdot 1,25 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 10^{-2}}$$

**F=0,16 μN**

**GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II N° 10**

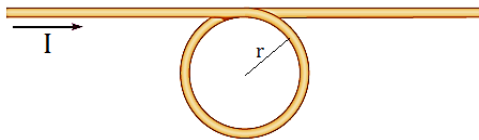
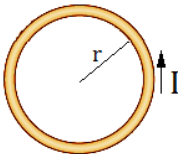
1.- Por un conductor muy largo pasa una corriente de 1,25 A, determina la intensidad del campo magnético a 20 cm de distancia del conductor



2.- Determina la intensidad del campo magnético en el punto "P" según la figura.  $I_1 = 2,4 \text{ A}$   $I_2 = 3,2 \text{ A}$  (

conductores infinitos ).

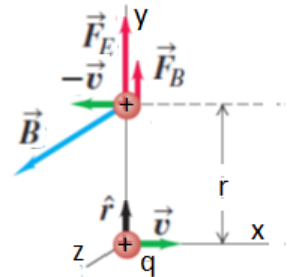
3.- Determina el campo magnético en el centro de la espira si en ella circula una corriente de 2,4 A y tiene un radio de 12 cm.



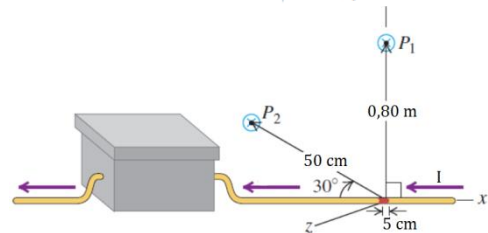
4.- Se construye un lazo muy largo con una sección circular de 8 cm de radio dos secciones largas como se muestra en la figura, la corriente es de 5,8 A. Determine el campo

magnético B en el centro del lazo circular.

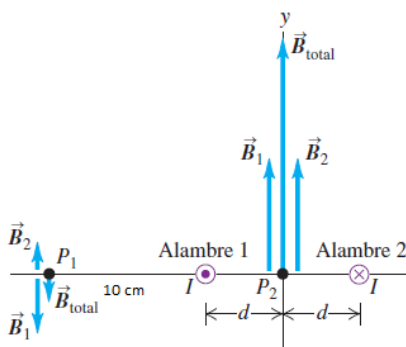
5.- Dos protones se mueven paralelos al eje x en sentidos opuestos con la misma rapidez  $6.10^5 \text{ m/s}$ . En el instante que se ilustra, calcule las fuerzas eléctrica y magnética sobre el protón de la parte superior y determine la razón de sus magnitudes. ( $r = 5 \text{ cm}$ ).



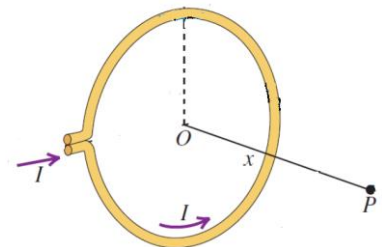
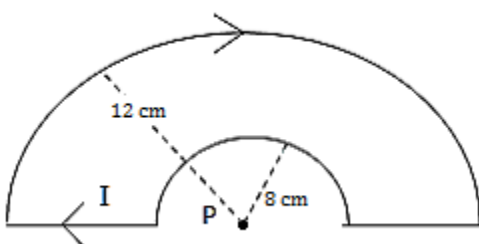
6.- Un alambre de cobre conduce una corriente constante de 155 A hacia un tanque galvanizado. Calcule el campo magnético generado por un segmento de 5 cm de ese alambre en un punto localizado a 1.2 m de él, si ese punto es el punto P1, directamente hacia fuera a un costado del segmento y en el punto P2, sobre una línea a 30° respecto del segmento, como se aprecia en la figura.



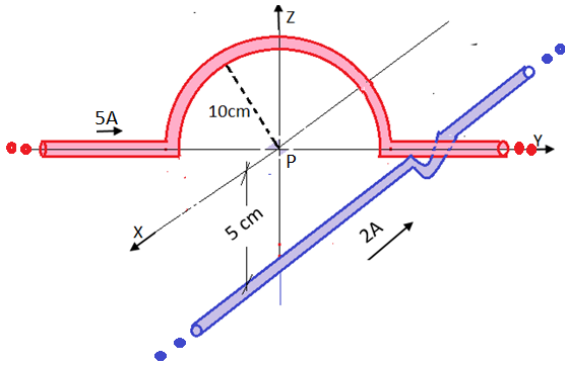
7.- Determine la magnitud del campo magnético generado por los conductores largos y paralelos que conducen 2,4 A y 4,6 A respectivamente en P1 y en P2. ( $d = 5 \text{ cm}$ ).



8.- Por la espira de 40 cm de radio circula una corriente de 2,4 A, determina la intensidad del campo magnético que genera en un punto sobre el eje de la espira, a 1,2 m de su centro.

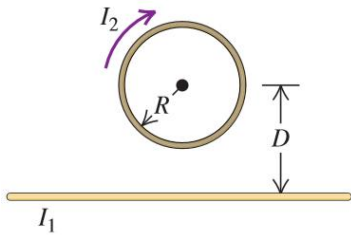
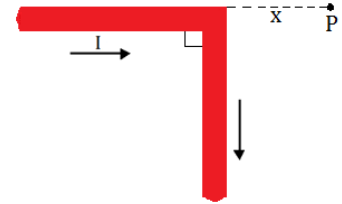


5. Determine el campo magnético, en unidades S.I., en el punto P en el diagrama adjunto, si la corriente es de 50 A.



6. En la figura se muestran dos cables infinitos determine el campo magnético resultante en el punto P.

7. Determine el campo magnético en el punto P localizado a una distancia  $x = 10 \text{ cm}$  de la esquina de un alambre infinitamente largo doblado en un ángulo recto. Como se muestra en la figura si por el circula una corriente  $I = 15 \text{ A}$



8. Una espira circular tiene radio  $R = 6 \text{ cm}$  y conduce una corriente  $I_2 = 5 \text{ A}$  en sentido horario. El centro de la espira está a una distancia  $D = 10 \text{ cm}$  sobre un alambre largo y recto. ¿Cuáles son la magnitud y dirección de la corriente  $I_1$  en el alambre si el campo magnético en el centro de la espira es igual a cero?

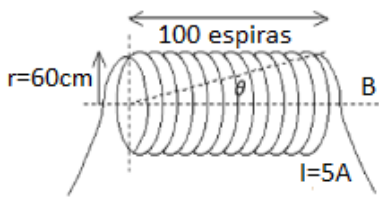
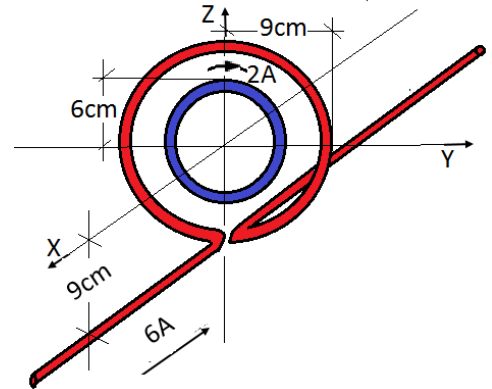
9. Calcule el campo  $B$  en el centro de un solenoide muy largo, longitud  $L = 1,2 \text{ m}$  y  $N = 800$  espiras, con  $n = N/L$  espiras/metro.

10. De la figura mostrada determine el campo magnético en el origen de coordenadas, debido a la espira circular y un alambre infinito

11. Un solenoide está construido enrollando uniformemente 600 vueltas de un fino hilo conductor sobre un cilindro hueco de 30 cm de longitud. Por el bobinado se hace circular una corriente  $I = 2 \text{ A}$ , calcule el campo magnético en el centro del solenoide. ( $r = 5 \text{ cm}$ ).

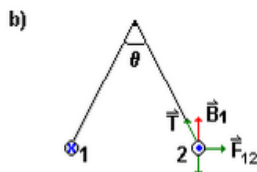
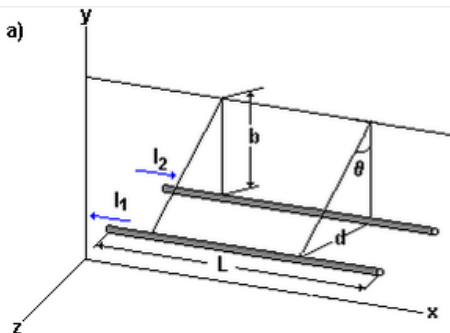
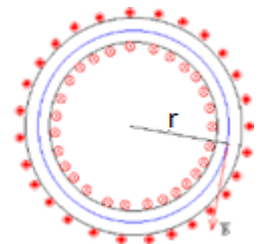
12. En una región donde el campo magnético  $B = (2.5i + 3.6j + 1.5k) \text{ T}$ , y un electrón que se mueve con una velocidad  $v = (-3.0i + 4.0j - 3.5k) \text{ m/s}$ . ¿Cuál es la fuerza magnética sobre el electrón?

13. Una partícula se mueve con una velocidad  $v$  en el eje  $+X$ , penetre en una región donde coexiste un campo eléctrico de  $200 \text{ N/C}$  en la dirección  $+Y$  y un campo magnético de  $0,4 \text{ T}$  en la dirección  $+Z$ . Determine  $v$ .



14. Una bobina con 100 espiras circulares con radio de 0.60 m conduce una corriente de 5.0 A. Calcule el campo magnético en un punto a lo largo del eje de la bobina, a 0.80 m del centro.

15. Determinar el campo magnético creado por un toroide de radio  $r$ .



16. Dos largos alambres paralelos, cada uno con una masa por unidad de longitud  $\lambda$ , se soportan en un plano horizontal por cuerdas de longitud  $b$ , como se ve en las figuras 9.10 a) y b). Cada alambre conduce la misma corriente  $I$ , lo que ocasiona que se repelan entre sí de tal modo que el ángulo entre las cuerdas de soporte es  $\theta$ . Determinar la magnitud de cada corriente.

**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II**  
**Laboratorio N° 07: Líneas de campo magnético**

Sección : .....

Docente : Escribir el nombre del docente

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : ..../.../..... Duración: ...80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA**

Líneas del campo magnético

**II. PROPOSITO**

En esta actividad analizaremos las líneas de un campo magnético generado por la ubicación de imanas de barras, con polos de atracción y polos de repulsión.

**III. OBJETIVOS**

- visualizar las líneas de campo magnético producidas por un imán permanente.

**IV. FUNDAMENTO TEORICO**

El fenómeno magnético, al igual que el eléctrico, está estrechamente ligado a los átomos y es también una propiedad general de la materia. Un imán puede tener muchos polos, pero el mínimo son dos polos: **un polo norte y un polo sur**.

El campo magnético es fuerte donde las líneas son densas y débiles donde las líneas están esparcidas.

La dirección del campo magnético en un punto coincide con la de una brújula colocada en dicho punto.

El campo magnético puede representarse por líneas de campo, en cada punto, son tangentes al vector campo magnético.

Las líneas de campo magnético son cerradas; salen de polo norte y entran al polo sur.

**V. MATERIALES Y EQUIPOS**

Para el desarrollo del tema, los alumnos utilizaran lo siguiente:

Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD
01	Brújula pequeña	01
02	Imanes de barra	02
03	Hoja de cartón, de 21x29 cm	01
05	Limaduras de hierro	200 g

**VI NOTAS DE SEGURIDAD**

Tener cuidado al rociar las limaduras de fierro sobre la hoja de cartón.

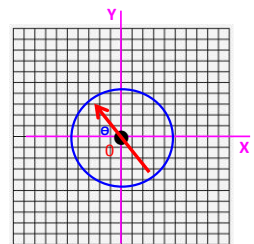
**VII. CÁLCULOS A REALIZAR**

Identificas el polo norte y el polo sur del imán de barra

Identificar las líneas del campo magnético mediante el uso de una brújula

**VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**
**PARTE 1: Determinación del polo NORTE geográfico (Polo SUR magnético)**

1. Aleje todo cuerpo magnético o metálico de la mesa, que pueda interferir la orientación de la brújula.
2. Utilice una hoja de papel milimetrado u hoja blanca cuadriculado y trace sobre el papel las coordenadas X;Y.
3. Ubique el centro de la brújula con el origen de las coordenadas XY; y trace la orientación de la brújula hacia el polo norte geográfico (Polo SUR magnético) y determine el ángulo de inclinación ( $\alpha=180-\theta$ ) con respecto al eje X. Repita tres gráficos con los pasos indicados.


**PARTE 2 : Líneas de Campo magnético alrededor de una barra de imán usando limaduras de hierro.**

1. Coloque un papel o cartón blanco de 21x29 cm sobre una barra de imán de barra rectangular.



2. Espolvoree las limaduras de hierro en forma uniforme sobre la hoja de papel o cartón.
3. Visualice las líneas del campo magnético que salen del polo norte y se dirigen al polo sur. Tome una fotografía de lo observado.

### PARTE 3: Líneas de campo magnético alrededor de dos imanes de barra usando limaduras de hierro.

1. Coloque un papel o cartón blanco de 21x29 cm sobre dos barras de imán, de modo que polos opuestos estén frente a frente:



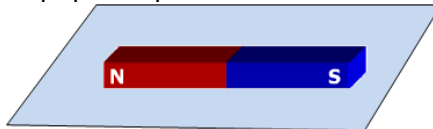
2. Espolvoree las limaduras de hierro en forma uniforme sobre la hoja de papel o cartón.
3. Visualice las líneas del campo magnético que salen del polo norte y se dirigen al polo sur. Tome una fotografía de lo observado.
4. Coloque un papel o cartón blanco de 21x29 cm sobre dos barras de imán, de modo que polos iguales estén frente a frente:



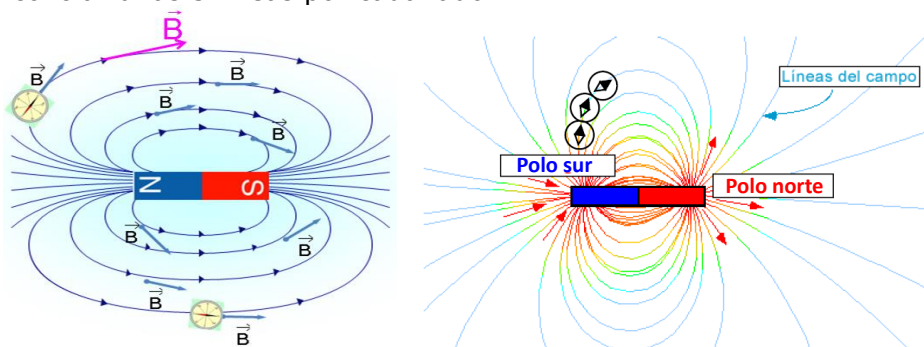
5. Espolvoree las limaduras de hierro en forma uniforme sobre la hoja de papel o cartón.
6. Visualice las líneas del campo magnético que salen del polo norte y se dirigen al polo sur. Tome una fotografía de lo observado.

### PARTE 4: Construcción de las líneas del campo magnético alrededor de un imán de barra.

1. Aleje todo cuerpo magnético o metálico de la mesa, que pueda interferir la orientación de la brújula.
2. Determine el polo norte de las agujas magnéticas, para esto tenga en cuenta que estas deben apuntar al norte geográfico (que corresponde al sur magnético).
3. Fije la barra magnética al centro de una hoja de papel milimetrado u hoja blanca usando cinta adhesiva y trace sobre el papel el perfil de la barra.



4. Se construye las líneas empezando por colocar la brújula sobre un punto cualquiera de la línea que divide la barra y marcando sobre el papel los puntos indicados por la aguja de la brújula, se desliza esta hasta hacer coincidir el otro extremo de la aguja con uno de los puntos marcados, se marca otro punto; se desliza la brújula y así sucesivamente. Ver figura. Encontrar unas 5 líneas por cada lado.



Trazado de las líneas de campo

## X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimentalmente las líneas de un campo magnético de una barra lineal

## XI. CUESTIONARIO:

1. ¿Cómo se aplica la regla de la mano derecha a la corriente que pasa por un alambre largo y recto?
2. ¿Qué efecto en relación al campo tiene aumentar la intensidad de la corriente en un alambre?
3. ¿Cuáles son los tres factores que determinan la intensidad de un electro imán?

**Semana 12**
**Tema 11**
**Induccion Electromagnetica**

Este capítulo explica los principios necesarios para entender los dispositivos de conversión de energía eléctrica, como los motores, generadores y transformadores. La inducción electromagnética nos dice que un campo magnético que varía en el tiempo actúa como fuente de campo eléctrico. También veremos cómo un campo eléctrico que varía con el tiempo actúa como fuente de un campo magnético. Estos notables resultados forman parte de un conjunto de fórmulas llamadas ecuaciones de Maxwell, las cuales describen el comportamiento de los campos eléctricos y magnéticos en cualquier situación y preparan el terreno para comprender las ondas electromagnéticas.


**(Experimento de inducción electromagnética)**
**Ley de Faraday:**

Todo cambio en el flujo magnético produce un voltaje o fem inducida en una espira o bobina, lo cual matemáticamente es traducida como:  $\varepsilon_{ind} = -\frac{d\phi}{dt}$

Para una bobina de N vueltas tendremos  $\varepsilon_{ind} = -N \frac{d\phi}{dt}$



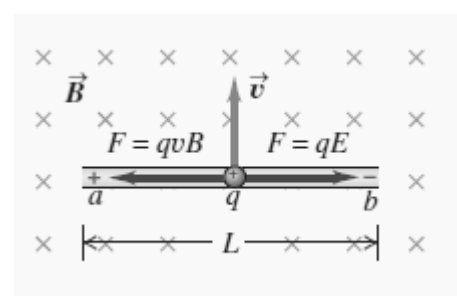
Donde  $\phi$  es el flujo magnético:  $\phi = BA \cos \theta$ , en donde B es el campo magnético, A es el área encerrada por la espira o bobina y  $\theta$  es el ángulo entre B, el campo magnético y A es el vector de área.

**Ley de Lenz**

La ley de Lenz explica el signo menos en la ley de Faraday, indica que toda corriente o fem inducida es generada en oposición al cambio que la generó, es decir al cambio en el flujo magnético. Con este criterio puede deducirse, entonces, la dirección de las corrientes inducidas en las bobinas.

**Fem de movimiento**

Si un pedazo de conductor se mueve en una región de campo magnético, se induce en él una llamada fem de movimiento, que por la ley de Faraday puede obtenerse como:  $\varepsilon = BvL$


**EJERCICIO 1**

Una espira cuadrada de alambre, de lado  $l = 5.0 \text{ cm}$ , está en un campo magnético uniforme  $B = 0.16 \text{ T}$ . ¿Cuál es el flujo magnético en la espira a) cuando B es perpendicular a la cara de la espira y b) cuando está a un ángulo de  $30^\circ$  con el área A de la espira? c) ¿Cuál es la magnitud de la corriente promedio en la espira si ésta tiene una resistencia de  $0.012 \Omega$  y se hace girar desde la posición b) a la posición a) en  $0.14 \text{ s}$ ?

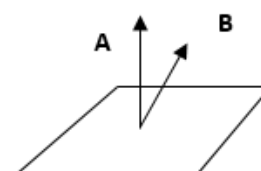
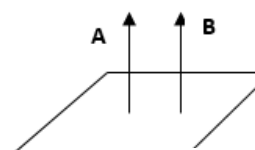
**SOLUCION**

Datos:  $l = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$ ,  $R = 0.012 \Omega$ ,  $B = 0.16 \text{ T}$

a) Usamos la fórmula de flujo:

$$\phi = BA \cos \theta = BA = 0.16(5 \times 10^{-2})^2 = 4 \times 10^{-4} \text{ Tm}^2$$

b) En este caso el ángulo entre el vector de área A y el campo B es



de  $30^\circ$

$$\phi = BA \cos \theta = BA = 0,16(5 \times 10^{-2})^2 \cos 30 = 3,46 \times 10^{-4} \text{ Tm}^2$$

c) Para esta pregunta la situación inicial es cuando A y B hacen un ángulo de  $30^\circ$  y la final cuando A y B son paralelos, todo este proceso en un tiempo de 0,14 s.

Calculamos primero la fem promedio generada, para luego determinar la corriente generada con la ley de Ohm.

Hallando fem promedio generada:

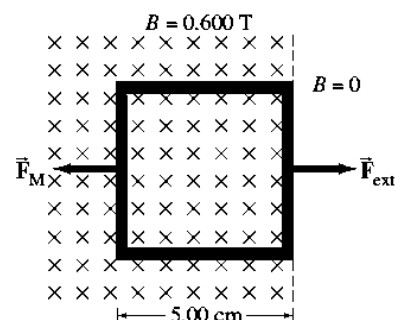
$$\varepsilon_{ind} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad \varepsilon_{ind} = -\frac{\phi_f - \phi_i}{0,14} = -\frac{4 \times 10^{-4} - 3,46 \times 10^{-4}}{0,14} = -3,86 \times 10^{-4} \text{ V}$$

Hallando la magnitud promedio de la corriente generada:

$$\text{Usando la ley de Ohm en términos absolutos: } V = RI \quad , I = \frac{V}{R} = \frac{3,86 \times 10^{-4} \text{ V}}{0,012 \Omega} = 0,0322 \text{ A} = 32,3 \text{ mA}$$

## EJERCICIO 2

Una bobina cuadrada de alambre, con lado  $l = 5,00 \text{ cm}$  y resistencia total de  $100 \Omega$ , contiene 100 espiras y se coloca perpendicular a un campo magnético uniforme de  $0,600 \text{ T}$ , como se muestra en la figura. Rápidamente se tira de ella para sacarla del campo con rapidez constante (en movimiento perpendicular a B) hacia una región donde B cae abruptamente a cero. En  $t = 0$ , el borde derecho de la bobina está en el borde del campo. Para que toda la bobina alcance la región libre de campo transcurren  $0,100 \text{ s}$ . Encuentre a) la tasa de cambio en el flujo a través de la bobina y b) la fem y la corriente inducidas. c) ¿Cuánta energía se disipa en la bobina? d) ¿Cuál fue la fuerza promedio requerida ( $F_{ext}$ )?



## SOLUCION

Datos:  $l = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$     $R = 100 \Omega$     $N = 100$   
vueltas.    $B = 0,600 \text{ T}$



a) La tasa de cambio del flujo se parece a la fem promedio en 0,1 s. (sólo nos piden como cambia el flujo en la espira, no la fem generada, en cuyo caso tendríamos que considerar las 100 vueltas de la bobina) Por lo que debemos calcular el flujo en la situación inicial (cuando la espira está a punto de salir) y la situación final (espira fuera del campo) cuando ya no hay un flujo neto atravesando la espira.

$$\phi_i = BA_i \cos 0 = 0,6(5 \times 10^{-2})^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ Tm}^2 \quad \phi_f = 0$$

$$\text{Tasa de cambio promedio} = \frac{\phi_f - \phi_i}{0,1} = \frac{-15 \times 10^{-4}}{0,1} = -15 \times 10^{-3} \text{ Tm}^2 / \text{s}$$

b) Para calcular la fem con 100 vueltas:  $\varepsilon_{ind} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = 100(15 \times 10^{-3}) = 1,5 \text{ V}$

Para hallar la corriente inducida en el devanado usamos la ley de Ohm  $I = \frac{V}{R} = \frac{1,5}{100} = 0,015 \text{ A}$

c) Para averiguar la energía que se disipa podemos usar la potencia disipada y multiplicarla por el tiempo de la disipación:  $E = Pt = RI^2t = 100(0,015)^2(0,1) = 0,00225 \text{ J}$

d) Para la fuerza promedio podemos usar la relación entre la potencia disipada, la fuerza empleada y la rapidez del proceso. La rapidez con la que se desplaza la bobina puede ser obtenida usando:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{5 \times 10^{-2} \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s} \quad \text{Por lo que de } P = Fv, \text{ tenemos: } F = \frac{P}{v} = \frac{100(0,015)^2}{0,5} = 0,045 \text{ N}$$

**GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II N° 11  
(Tema: Inducción Electromagnética)**

Sección : .....  
 Docente : *Escribir el nombre del docente*  
 Unidad: I    Semana: 8

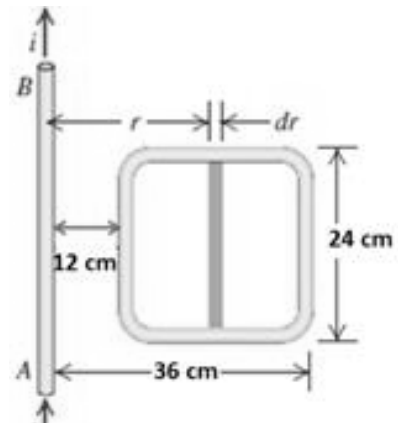
Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../..... Duración: .....

**INSTRUCCIONES:** Resuelve y practique los problemas

1. Una bobina plana y rectangular de 50 espiras mide 25.0 cm por 30.0 cm. Está en un campo magnético uniforme de 1.20 T, con el plano de la bobina paralelo al campo. En 0.222 s se hace girar de manera que el plano de la bobina queda perpendicular al campo. a) ¿Cuál es el cambio en el flujo magnético a través de la bobina debido a esta rotación? b) Determine la magnitud de la fem media inducida en la bobina durante esta rotación.

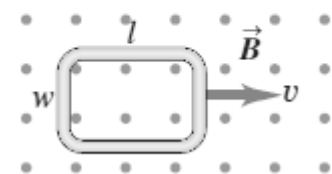
2. Una bobina de 4.00 cm de radio contiene 500 espiras, y está colocada en un campo magnético uniforme que varía con el tiempo de acuerdo con  $B=0,012t+3 \times 10^{-5}t^4$  en unidades de Tesla y el tiempo en segundos. La bobina está conectada a un resistor de 600  $\Omega$ , y su plano es perpendicular al campo magnético. Se puede ignorar la resistencia de la bobina. a) Encuentre la magnitud de la fem inducida en la bobina como función del tiempo. b) ¿Cuál es la corriente en el resistor en el momento  $t = 5.00$  s?

3) La corriente en el alambre largo y recto AB que se ilustra en la figura va hacia arriba y se incrementa en forma estable a razón 9,6 A/s. a) En el instante en que la corriente es  $i$ , ¿cuáles son la magnitud y la dirección del campo magnético a una distancia  $r$  hacia la derecha del alambre? b) ¿Cuál es el flujo  $d\phi_B$  a través de la banda angosta y sombreada? c) ¿Cuál es el flujo total a través de la espira? d) ¿Cuál es la fem inducida en la espira?.

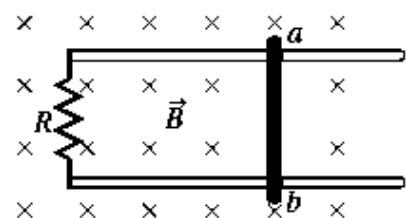


**Figura 29.30**  
Ejercicio 29.14.

4. Se tira de una bobina plana, rectangular, con dimensiones  $l$  y  $w$ , con rapidez uniforme  $v$  a través de un campo magnético uniforme  $B$  y con el plano de su área perpendicular al campo (figura 29.30). a) Determine la fem inducida en esta bobina. b) Si la rapidez y el campo magnético se triplican, ¿cuál será la fem inducida?



5. Se tira hacia la derecha de una barra metálica de 1.50 m de longitud con rapidez uniforme de 5.0 cm/s en dirección perpendicular a un campo magnético uniforme de 0.750 T. La barra corre sobre rieles metálicos paralelos conectados por medio de un resistor de 25.0  $\Omega$ , como se ilustra en la figura 29.36, de manera que el aparato forma un circuito completo. Se puede ignorar la resistencia de la barra y los rieles. a) Calcule la magnitud de la fem inducida en el circuito. b) Determine el sentido de la corriente inducida en el



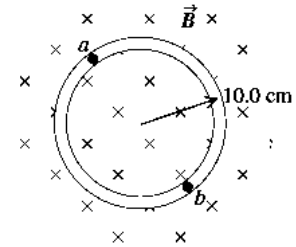
**Figura 29.36** Ejercicio 29.20 y problema 29.64.



circuito i) con base en la fuerza magnética sobre las cargas en la barra móvil; iii) con base la ley de Lenz. c) Calcule la corriente a través del resistor.

6. Una espira circular de alambre está en una región de campo magnético espacialmente uniforme, como se aprecia en la figura 29.31. El campo magnético está dirigido hacia el plano de la figura. Determine el sentido (horario o anti horario) de la corriente inducida en la espira cuando a) B aumenta; b) B disminuye; c) B tiene un valor constante  $B_0$ . Explique su razonamiento.

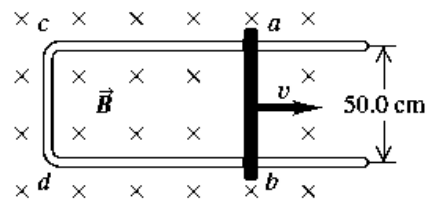
Figura 29.31 Ejercicios 29.15 y 29.30.



7. ¿Qué tan rápido (en m/s y mph) tendría que moverse una barra de cobre en ángulos rectos con un campo magnético de 0.650 T para generar 1.50 V (lo mismo que una batería AA) a través de sus extremos? ¿Parece una forma práctica de generar electricidad?

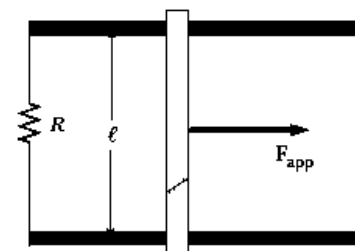
8. La varilla conductora ab que se muestra en la figura 29.38 hace contacto con los rieles metálicos ca y db. El aparato está en un campo magnético uniforme de 0.800 T, perpendicular al plano de la figura. a)

Figura 29.38 Ejercicio 29.25.

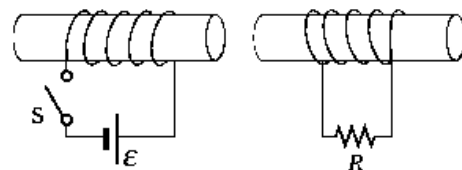


- b) Calcule la magnitud de la fem inducida en la varilla cuando ésta se mueve hacia la derecha con una rapidez de 7.50 m/s. c) ¿En qué sentido fluye la corriente en la varilla? c) Si la resistencia del circuito abdc es de  $1.50 \Omega$  (que se supone constante), calcule la fuerza (magnitud y dirección) requerida para mantener la varilla moviéndose hacia la derecha con rapidez constante de 7.50 m/s. Ignore la fricción. d) Compare la tasa con que la fuerza ( $Fv$ ) efectúa trabajo mecánico con la tasa a que se desarrolla energía térmica en el circuito ( $I^2R$ ).

9. Considere la disposición mostrada en la figura adjunta. Asumir que  $R=6 \Omega$ ,  $l=1,20 \text{ m}$  y un campo magnético uniforme de 2,50 T dirigido entrante a la página. ¿A qué rapidez deber ser movida la barra para producir una corriente de medio amperio en el resistor?



10. Encuentre la dirección de la corriente en el resistor en la figura adjunta. A) En el instante en que el switch es cerrado. B) Después que el switch ha sido cerrado por varios minutos, y C) En el instante en que el switch es abierto.



11. Una bobina rectangular de 50 vueltas de dimensiones 5 cm x 10 cm es dejado caer desde una posición donde  $B=0 \text{ T}$  a una nueva posición donde  $B= 0,50 \text{ T}$  y el campo magnético es dirigido perpendicular al plano de la bobina. Calcule la magnitud de la fem promedio que es inducido en la bobina si el desplazamiento ocurre en 0,250 s.

12. Un lazo plano de alambre que consiste de una única vuelta de área de sección transversal  $8 \text{ cm}^2$  es perpendicular a un campo magnético que se incrementa uniformemente en magnitud de  $0,50\text{T}$  a  $2,50\text{T}$  en 1 segundo. ¿Cuál es la corriente inducida resultante si el lazo tiene una resistencia de  $2 \text{ ohmios}$ .

13. Una bobina circular de 25 vueltas de alambre tiene un diámetro de un metro. Es localizado con su eje a lo largo de la dirección del campo magnético de la Tierra de  $50 \mu\text{T}$ , y luego en  $0,20 \text{ s}$  es volteado  $180^\circ$ . ¿Qué fem promedio es generado en la bobina?

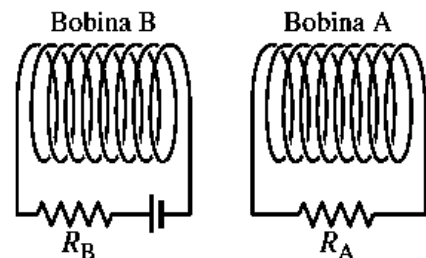
14. Un bobina circular de 30 vueltas de radio  $4 \text{ cm}$  y resistencia  $1 \Omega$  es localizado en un campo magnético dirigido perpendicularmente al plano de la bobina. La magnitud del campo magnético varia en el tiempo de acuerdo a la expresión  $B=0,010t + 0,040 t^2$ , donde  $t$  está en segundos y  $B$  en Teslas. Calcule la fem inducida en la bobina a los 5 segundos.

15. Un lazo circular de alambre de radio  $r$  está en un campo magnético uniforme con el plano del lazo perpendicular a la dirección del campo. El campo magnético varia con el tiempo de acuerdo a  $B(t)= a+bt$ , donde  $a$  y  $b$  son constantes. A) Calcule el flujo magnético a través del lazo en  $t=0$ . B) Calcule la fem inducida en el lazo. C) Si la resistencia del lazo es  $R$ , ¿cuál es la corriente inducida?. D)¿En qué tasa está siendo entregada la energía a la resistencia del lazo?.

16. El flujo magnético a través de un anillo metálico varía con el tiempo de acuerdo a  $\phi_B = 3(at^3 - bt^2) \text{ T}\cdot\text{m}^2$ , con  $a=2 \text{ s}^{-3}$  y  $b = 6 \text{ s}^{-2}$ . La resistencia del anillo es de  $3 \Omega$ . Determine la máxima corriente inducida en el anillo durante el intervalo de tiempo de 0 a 2 segundos.

(Los ejercicios siguientes son del Giancoli (2009))

17. En la figura mostrada, determine la dirección de la corriente inducida en el resistor  $R_A$  cuando a) la bobina B se mueve hacia la bobina A, b) cuando la bobina B se mueve alejándose de A, c) cuando aumenta la resistencia  $R_B$ .



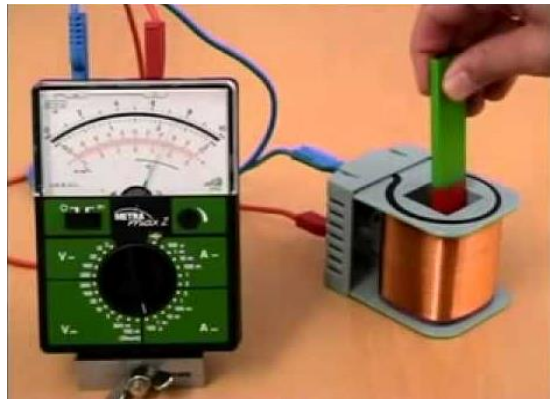
18. Una bobina de alambre, de  $10.8 \text{ cm}$  de diámetro, se orienta inicialmente, de manera que su plano es perpendicular a un campo magnético de  $0.68 \text{ T}$ , que apunta hacia arriba. Durante el curso de  $0.16 \text{ s}$ , el campo cambia a uno de  $0.25 \text{ T}$  que apunta hacia abajo. ¿Cuál es la fem inducida promedio en la bobina?

19. Una espira circular en el plano del papel se encuentra en un campo magnético de  $0.75 \text{ T}$  y apunta hacia el papel. Si el diámetro de la espira cambia de  $20.0 \text{ cm}$  a  $6.0 \text{ cm}$  en  $0.50 \text{ s}$ , a) ¿cuál es la dirección de la corriente inducida?, b) ¿cuál es la magnitud de la fem inducida promedio? y c) si la resistencia de la bobina es de  $2.5 \Omega$ , ¿cuál es la corriente inducida promedio?

20. El área de una espira circular elástica disminuye a una tasa constante,  $dA/dt=- 3,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ . La espira está en un campo magnético  $B = 0.28 \text{ T}$ , cuya dirección es perpendicular al plano de la espira. En  $t = 0$ , la espira tiene área  $A = 0.285 \text{ m}^2$ . Determine la fem inducida en  $t = 0$  y en  $t = 2.00 \text{ s}$ .

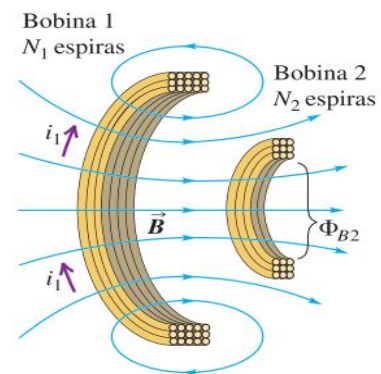
**Semana 13**
**TEMA 12**
**INDUCTANCIA**

Tome un tramo de alambre de cobre y enróllelo alrededor de un lápiz para que forme una bobina. Si coloca esa bobina en un circuito, ¿se comporta en forma diferente que un trozo recto de alambre? Es sorprendente, pero la respuesta es sí. En un automóvil común impulsado con gasolina, una bobina de esta clase es la que hace posible que una batería de 12 volts provea miles de volts a las bujías, lo que a la vez posibilita que éstas se enciendan y pongan en marcha al motor. Otras bobinas de este tipo se usan para mantener encendidas las lámparas de luz fluorescente. En ciertas ciudades se colocan grandes bobinas bajo las calles para controlar la operación de los semáforos. En todas estas aplicaciones, y muchas más, intervienen los efectos de la inducción que estudiaremos en este capítulo.


**INDUCCION MUTUA**

Si la corriente en la bobina 1 está cambiando, el flujo cambiante a través de la bobina 2 induce una fem, en esta última. El campo magnético es proporcional a  $i_1$ , de manera que  $\Phi_{B2}$  también es proporcional a  $i_1$ . Cuando  $i_1$  cambia,  $\Phi_{B2}$  cambia; este flujo cambiante induce una fem  $\varepsilon_2$  en la bobina 2, dada por

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi_{B2}}{dt}$$



Podríamos representar la proporcionalidad entre  $\Phi_{B2}$  en  $i_1$  en la forma  $\Phi_{B2} = (\text{constante}) i_1$ , pero, en vez de ello, es más conveniente incluir el número de espiras  $N_2$  en la relación. Al introducir una constante de proporcionalidad  $M_{21}$ , llamada inductancia mutua de las dos bobinas, escribimos.  $N_2 \Phi_{B2} = M_{21} i_1$ . Donde  $\Phi_{B2}$  es el flujo a través de una sola espira de la bobina 2, De ahí que,  $N_2 \frac{d\Phi_{B2}}{dt} = M_{21} \frac{di_1}{dt}$ . Y la ecuación se rescribe  $\varepsilon_2 = -M_{21} \frac{di_1}{dt}$ . Es decir, un cambio en la corriente  $i_1$  en la bobina 1 induce una fem en la bobina 2, que es directamente proporcional a la tasa de cambio de  $i_1$ , también se podría escribir la definición de la inductancia mutua  $M_{21} = \frac{N_2 \Phi_{B2}}{i_1}$ .

$$\varepsilon_2 = -M \frac{di_1}{dt} \quad \text{y} \quad \varepsilon_1 = -M \frac{di_2}{dt} \quad (\text{fem mutuamente inducidas})$$

donde M inducción mutua

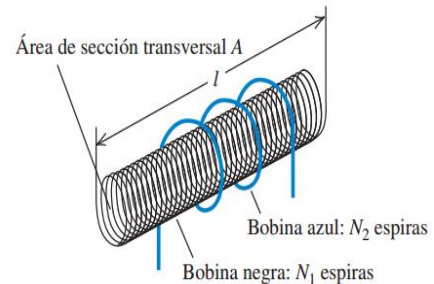
$$M = \frac{N_2 \Phi_{B2}}{i_1} = \frac{N_1 \Phi_{B1}}{i_2} \quad (\text{inductancia mutua})$$

Los signos negativos en la ecuación (30.4) son un reflejo de la ley de Lenz. La primera ecuación dice que un cambio en la corriente en la bobina 1 provoca un cambio en el flujo magnético a través de la bobina 2, lo que induce una fem en esta última que se opone al cambio del flujo; en la segunda ecuación las dos bobinas intercambian su papel.

La unidad del **S.I** para la inductancia mutua se llama henry (1 H), en honor del físico estadounidense Joseph Henry (1797-1878), uno de los descubridores de la inducción electromagnética. Según la ecuación (30.5), un henry es igual a un weber por ampere. Otras unidades equivalentes obtenidas con la ecuación (30.4) son un volt-segundo por ampere, un ohm-segundo, o un joule.

$$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A} = 1 \text{ V} \cdot \text{s/A} = 1 \Omega \cdot \text{s} = 1 \text{ J/A}^2$$

**Ejemplo 1** En una forma de bobina de Tesla (un generador de alto voltaje que tal vez haya visto en algún museo de ciencia), un solenoide largo con longitud  $l$  y área de sección transversal  $A$ , tiene un devanado muy compacto con  $N_1$  espiras de alambre. Una bobina con  $N_2$  espiras lo circunda concéntricamente (figura 30.3). Calcule la inductancia mutua.



### SOLUCION

La magnitud del campo **B1** es proporcional a  $i_1$  y a  $N_1$ , el número de espiras por

$$B_1 = \mu_0 n_1 i_1 = \frac{\mu_0 N_1 i_1}{l}$$

unidad de longitud:

El flujo a través de una sección transversal del solenoide es igual a  $B_1 A$ . Como un solenoide muy largo no produce campo magnético por fuera de sus espiras, este flujo también es igual al flujo  $\Phi_{B2}$  a través de cada espira de la bobina circundante exterior, sin importar cuál sea el área de la sección transversal de la bobina exterior. De acuerdo con la ecuación, la inductancia mutua  $M$  es  $M = \frac{N_2 \Phi_{B2}}{i_1} = \frac{N_2 B_1 A}{i_1} = \frac{N_2 \mu_0 N_1 i_1}{i_1 l} A$   $M = \frac{\mu_0 A N_1 N_2}{l}$

**Ejemplo 2.** La inductancia mutua de dos bobinas cualesquiera siempre es proporcional al producto  $N_1 N_2$  de sus números de espiras. Observe que la inductancia mutua  $M$  sólo depende de la geometría de las dos bobinas, no de la corriente. A continuación, se presenta un ejemplo numérico para dar idea de las magnitudes. Suponga que  $l = 0.50 \text{ m}$ ,  $A = 10 \text{ cm}^2 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ ,  $N_1 = 1000$  espiras y  $N_2 = 10$  espiras.

### SOLUCION

$$M = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A m})(1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2)(1000)(10)}{0.50 \text{ m}}$$

$$M = 25 \times 10^{-6} \text{ Wb/A} = 2525 \times 10^{-6} \text{ H} =$$

$$M = 25 \mu\text{H}$$

**Ejemplo 3.** En el Problema 1, suponga que la corriente  $i_2$  en la bobina circundante exterior está dada por  $i_2 = (2.0 \times 10^6 \text{ A/s}) t$  (de hecho, las corrientes en alambres pueden intensificarse con esta rapidez durante periodos breves). a) En el tiempo  $t = 3.0 \mu\text{s}$ , ¿qué flujo magnético medio a través de cada espira del solenoide es causado por la corriente en la bobina exterior circundante? b) ¿Cuál es la fem inducida en el solenoide?

**SOLUCION**

A) En el tiempo  $t = 3.0 \mu s = 3.0 \times 10^{-6} s$ , la corriente en la bobina exterior (bobina 2) es  $i_2 = (2.0 \times 10^6 A/s)(3.0 \times 10^{-6} s) = 6.0 A$ . Para encontrar el flujo medio a través de cada espira del solenoide (bobina 1), se despeja  $\Phi_{B1}$  en la ecuación.  $\Phi_B = \frac{M i_2}{N_1}$   $\Phi_B = \frac{(25 \times 10^{-6} H)(6.0 A)}{10} = 1.5 \times 10^{-7} Wb$

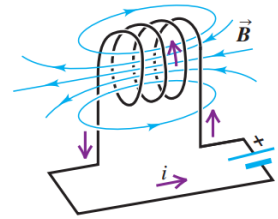
Note que este es un valor medio, el flujo puede variar en forma considerable entre el centro y los extremos del solenoide

B) la fem inducida  $\varepsilon_1$  esta dada por la ecuación 
$$\varepsilon_1 = -M \frac{di_2}{dt} = -(25 \times 10^{-6} H) \frac{d}{dt} [(2.0 \times 10^6 A/s)t]$$

$$= -(25 \times 10^{-6} H)(2.0 \times 10^6 A/s) = -50 V$$

**Auto inductancia e Inductores**

Si la corriente  $i$  en la bobina está cambiando, el flujo cambiante a través de esta induce una fem en la bobina.  $L = \frac{N\Phi_B}{i}$  (auto inductancia)

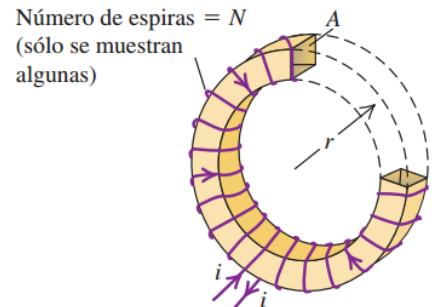


Si la corriente  $i$  en el circuito cambia, también lo hace en flujo  $\Phi_B$ , al recomodar la ecuación y obtener la derivada con respecto al tiempo, la relación entre las tasas de cambio es 
$$N \frac{d\Phi_B}{i} = L \frac{di}{dt}$$

De acuerdo con la ley de Faraday para una bobina con  $N$  espiras .la fem auto inducida es

$\varepsilon = - N \frac{d\Phi_B}{dt}$ , por lo que se deduce que  $\varepsilon = L \frac{di}{dt}$  (fem autoinducida)

**Ejemplo 4.** Un solenoide toroidal con área de sección transversal  $A$  y radio medio  $r$  tiene un devanado compacto con  $N$  espiras de alambre (figura 30.8) alrededor de un núcleo no magnético. Determine su autoinductancia  $L$ . Suponga que  $B$  es uniforme en toda la sección transversal (es decir, ignore la variación de  $B$  con la distancia a partir del eje del toroide) y evaluar  $N = 200$  espiras , $A = 5.0 cm^2 = 5.0 \times 10^{-4} m^2$  y  $r = 0.10 m$


**SOLUCION**

De acuerdo con la ecuación de la inductancia es  $L = N\Phi_B / i$ , del ejemplo ,la magnitud del campo a una distancia  $r$  del eje del toroide es  $B = \mu_0 Ni / 2\pi r$ . Si suponemos que el campo tiene esta magnitud en toda el área  $A$  de la sección transversal ,entonces el flujo magnético a través de la sección transversal es  $\Phi_B = BA = \frac{\mu_0 NiA}{2\pi r}$

El flujo  $\Phi_B$  es el mismo a través de cada espira , y la auto inductancia  $L$  es  $L = \frac{N\Phi_B}{i} = \frac{\mu_0 N^2 A}{2\pi r}$   
(auto inductancia de un solenoide toroidal) Reemplazando los valores  $L = 40 \times 10^{-6} H = 40 \mu H$

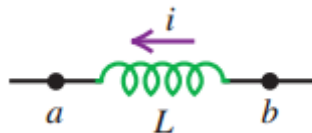
**GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II N° 12  
(Tema: INDUCTANCIA)**

Sección : .....  
 Docente : *Escribir el nombre del docente*  
 Unidad: I Semana: 8

Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../..... Duración: .....

**INSTRUCCIONES:** Resuelve y practique los problemas

- Dos bobinas tienen inductancia mutua  $M = 3.25 \times 10^{-4}$  H. La corriente  $i_1$  en la primera bobina aumenta con una tasa uniforme de 830 A/s. a) ¿Cuál es la magnitud de la fem inducida en la segunda bobina? ¿Es constante? b) Suponga que la corriente descrita está en la segunda bobina y no en la primera. ¿Cuál es la magnitud de la fem inducida en la primera bobina?
- Dos bobinas están devanadas alrededor de la misma forma cilíndrica, como las del ejemplo 30.1. Cuando la corriente en la primera bobina disminuye a una tasa de  $-0.242$  A/s, la fem inducida en la segunda tiene una magnitud de  $1.65 \times 10^{-3}$  V. a) ¿Cuál es la inductancia mutua del par de bobinas? b) Si la segunda bobina tiene 25 espiras, ¿cuál es el flujo a través de cada espira cuando la corriente en la primera bobina es igual a 1.20 A? c) Si la corriente en la segunda bobina aumenta a razón de 0.360 A/s, ¿cuál es la magnitud de la fem inducida en la primera bobina?
- Una bobina en forma de solenoide con 25 espiras de alambre está devanada en forma compacta alrededor de otra bobina con 300 espiras (véase el ejemplo 30.1). El solenoide interior tiene 25.0 cm de longitud y 2.00 cm de diámetro. En cierto momento, la corriente en el solenoide interior es de 0.120 A y aumenta a una tasa de  $1.75 \times 10^3$  A/s. Para este tiempo, calcule a) el flujo magnético medio a través de cada espira del solenoide interno; b) la inductancia mutua de los dos solenoides; c) la fem inducida en el solenoide exterior cambiando la corriente en el solenoide interior.
- Dos solenoides toroidales están devanados alrededor de la misma forma de manera que el campo magnético de uno pasa a través de las espiras del otro. El solenoide 1 tiene 700 espiras, y el solenoide 2 tiene 400. Cuando la corriente en el solenoide 1 es de 6.52 A, el flujo medio a través de cada espira del solenoide 2 es de 0.0320 Wb. a) ¿Cuál es la inductancia mutua del par de solenoides? b) Cuando la corriente en el solenoide 2 es de 2.54 A, ¿cuál es el flujo medio a través de cada espira del solenoide 1?
- Un solenoide toroidal tiene 500 espiras, área de sección transversal de  $6.25 \text{ cm}^2$ , y radio medio de 4 cm. a) Calcule la autoinductancia de la bobina. b) Si la corriente disminuye de manera uniforme de 5 A a 2 A en 3 ms, calcule la fem autoinducida en la bobina. c) La corriente se dirige de la terminal a de la bobina a la b. El sentido de la fem inducida, ¿es de a a b, o de b a a?
- En el instante en que la corriente en un inductor aumenta a razón de 0.0640 A/s, la magnitud de la fem autoinducida es 0.0160 V. a) ¿Cuál es la inductancia del inductor? b) Si el inductor es un solenoide con 400 espiras, ¿cuál es el flujo magnético medio a través de cada espira, cuando la corriente es de 0.720 A?
- Cuando la corriente en un solenoide toroidal cambia a razón de 0.0260 A/s, la magnitud de la fem inducida es de 12.6 mV. Cuando la corriente es igual a 1.40 A, el flujo medio a través de cada espira del solenoide es de 0.00285 Wb. ¿Cuántas espiras tiene el solenoide?
- El inductor de la figura tiene una inductancia de 0.260 H y conduce una corriente en el sentido que se ilustra y que disminuye a una tasa uniforme  $di/dt = -0.0180$  A/s. a) Calcule la fem autoinducida. b) ¿Cuál extremo del inductor, a o b, está a un mayor potencial?



9. Un inductor que se utiliza en una fuente de energía eléctrica de cd tiene una inductancia de 12.0 H y resistencia de 180 V. Conduce una corriente de 0.300 A. a) ¿Cuál es la energía almacenada en el campo magnético? b) ¿A qué tasa se desarrolla energía térmica en el inductor?
10. Un solenoide toroidal lleno de aire tiene un radio medio de 15.0 cm y área de sección transversal de 5.00 cm<sup>2</sup>. Cuando la corriente es de 12.0 A, la energía almacenada es de 0.390 J. ¿Cuántas espiras tiene el devanado?
11. Un solenoide toroidal lleno de aire tiene 300 espiras de alambre, 12.0 cm de radio medio y 4.00 cm<sup>2</sup> de área de sección transversal. Si la corriente es de 5.00 A, calcule: a) el campo magnético en el solenoide; b) la autoinductancia del solenoide; c) la energía almacenada en el campo magnético; d) la densidad de energía en el campo magnético.
12. Un solenoide de 25.0 cm de longitud y área de sección transversal de 0.500 cm<sup>2</sup>, contiene 400 espiras de alambre y conduce una corriente de 80.0 A. Calcule: a) el campo magnético en el solenoide; b) la densidad de energía en el campo magnético si el solenoide está lleno de aire; c) la energía total contenida en el campo magnético de la bobina (suponga que el campo es uniforme); d) la inductancia del solenoide.
13. Existe la propuesta de usar grandes inductores como dispositivos para almacenar energía. a) ¿Cuánta energía eléctrica convierte en luz y energía térmica una bombilla eléctrica de 200 W en un día? b) Si la cantidad de energía calculada en el inciso a) se almacena en un inductor en el que la corriente es de 80.0 A, ¿cuál es la inductancia?
14. Se ha propuesto almacenar de energía eléctrica en un campo magnético uniforme con magnitud de 0.600 T. a) ¿Qué volumen (en el vacío) debe ocupar el campo magnético para almacenar esa cantidad de energía?
15. A la industria de generación de energía eléctrica le agradecería encontrar formas eficientes de almacenar los sobrantes de energía producida durante las horas de poca demanda para satisfacer con más facilidad los requerimientos de consumo de sus clientes en los momentos de mucha demanda. Quizá se pudiera emplear un enorme inductor. ¿Qué inductancia se necesitaría para almacenar 1.00 kW · h de energía en una bobina que conduzca una corriente de 200 A?
16. la industria de generación de energía eléctrica le agradecería encontrar formas eficientes de almacenar los sobrantes de energía producida durante las horas de poca demanda para satisfacer con más facilidad los requerimientos de consumo de sus clientes en los momentos de mucha demanda. Quizá se pudiera emplear un enorme inductor. ¿Qué inductancia se necesitaría para almacenar 1.00 kW · h de energía en una bobina que conduzca una corriente de 200 A?

**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II**
**Laboratorio N° 08: Motor y generador eléctrico**

Sección : .....

Docente : Escribir el nombre del docente

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : ../../..... Duración: ...80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA**

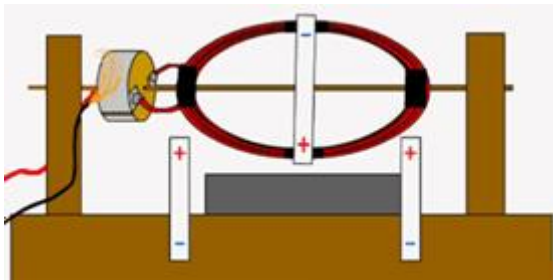
Motor y generador eléctrico

**II. PROPOSITO**

Construir un motor eléctrico elemental de corriente continua. Además, explicar el principio de funcionamiento y por qué funciona este motor.

**III. OBJETIVOS**

Montar un dispositivo para inducir una corriente eléctrica a partir de un campo magnético.

**IV. FUNDAMENTO TEORICO**


¿ Qué es un motor eléctrico? Ya explicamos en otros experimentos, que *una corriente eléctrica genera un campo magnético*. Este campo está formado por un imán dibujado sobre la bobina de alambre de cobre. El mismo interactúa con el campo magnético del imán que está debajo, y gira media vuelta hasta que ambos quedan orientados. Pero en ese momento, las escobillas y el colector hacen que se invierta la polaridad,

es decir, la corriente comienza a circular de modo inverso. De modo que todo el conjunto gira nuevamente media vuelta para alinear el campo magnético como antes, pero otra vez, cuando esto ocurre la polaridad se invierte. Este ciclo se repite una y otra vez. Ahora lo veremos como un **generador eléctrico**. Así como una corriente genera un campo magnético, un campo magnético puede generar una f.e.m. (fuerza electro motriz) la cual, a su vez, puede generar una corriente. Es decir, lo inverso a un motor, es un generador. El alambre se mueve sobre el imán, de modo que corta las líneas de campo magnético de éste, y se genera dicha f.e.m. Nuestro generador produciría una corriente alterna, si no fuera gracias al colector, el cual invierte la polaridad como vimos antes, y permite que una escobilla siempre sea el positivo, mientras que la otra el negativo.



Al igual que muchos de los experimentos caseros sobre generación eléctrica que ya publicamos, podemos explicarlo gracias a los aportes de Michael Faraday, y su famosa *Ley de Faraday*. Hablando en un lenguaje técnico, podríamos decir que la fuerza electro motriz generada, está relacionada con la rapidez de variación del flujo magnético que atraviesa una superficie determinada. Esto nos dice que no necesariamente necesitamos un circuito, sino que "en el aire", también

podemos generar una diferencia de potencial. Pero usando un lenguaje cotidiano, también podemos explicarlo. Cuando un campo magnético varía a través de un conductor, se genera en los extremos de éste, un "voltaje" capaz de producir una corriente eléctrica. Del mismo modo, podemos "dejar quieto el imán" y mover el conductor a través de su campo magnético



## V. MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo del motor eléctrico, los alumnos utilizarán lo siguiente materiales.

- \* Alambre de Cobre
- \* Cinta adhesiva
- \* Tijeras
- \* Pegamento
- \* Imán
- \* 2 Trozos de conductor eléctrico
- \* Baterías
- \* Palo de brochette



## VI NOTAS DE SEGURIDAD

Tener cuidado en el embobinado del alambre de cobre con la carga funcionar.

## VII. CÁLCULOS A REALIZAR

Numero de vuelta en el embobinado (30 o 40 vueltas)

## VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

**CONSTRUCCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.** Toma el alambre y enróllalo en tu mano, o sobre un objeto con forma ovalada. Con unas 30 o 40 vueltas estará bien. Haz que los dos extremos de la bobina queden para el mismo lado, y pon cinta adhesiva para evitar que ella se desarme. Clava el palo de brochette a través de ella, como se aprecia en el gráfico. Asegúrate que ha quedado equilibrado el sistema. Ahora corta un trozo de corcho, de aproximadamente 1.5 centímetros. Corta también dos trozos de chapa del mismo ancho, pero no debe ser totalmente rectangular, sino que en un extremo debe tener una saliente. Pégalas sobre el corcho, pero no pegues las solapas. Con la ayuda de las tijeras haz un pequeño orificio en el centro del corcho, para poder atravesar el palo de brochette. En el gráfico unen los extremos de la bobina a la chapa mediante soldadura de estaño. Pero para eso no sólo necesitas un soldador y estaño, sino que además no puedes utilizar una chapa de aluminio (que es más fácil de conseguir), así que nosotros lo realizaremos distinto. Lo que haremos, será doblar la solapa de la chapa (la que no pegamos) y apretar con ella los extremos de la bobina. La base es algo muy sencillo. Puedes fabricarla con unos trozos de madera clavados o incluso con cartón duro. Faltan las escobillas. Para hacerlas, pela los extremos de los conductores y los pegas opuestos de tal forma que toquen el colector (chapas pegadas sobre el corcho). Por último, coloca el imán debajo de la bobina. Para hacerlo funcionar como un **motor eléctrico** debes conectar los extremos de los conductores que funcionan como escobillas, a los bornes de la batería.



## X. CONCLUSIONES

Del experimento se comprueba el principio básico del funcionamiento de un motor eléctrico basado en el magnetismo.

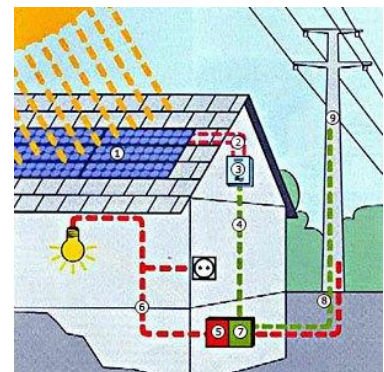
## XI. CUESTIONARIO:

1. Fundamenta científicamente cómo funciona el MOTOR ELÉCTRICO que has construido.
2. Fundamenta científicamente, bajo tu investigación realizada en el laboratorio, que Leyes permiten que el motor eléctrico transforme la corriente eléctrica en fuerza mecánica.
4. Fundamenta científicamente, bajo tu investigación realizada en el laboratorio, que Leyes permiten que el generador eléctrico transforme la fuerza mecánica en corriente eléctrica.

**Semana 14**
**TEMA 13**
**CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA**

En este capítulo aprenderemos cómo se comportan los resistores, inductores y capacitores en circuitos con voltajes y corrientes que cambian en forma sinusoidal.

Cualquier aparato que se conecte a una toma de pared usa ca, y muchos dispositivos energizados con baterías, como radios y teléfonos inalámbricos, emplean la cd que suministran las baterías para crear o amplificar corrientes alternas. Los circuitos de los equipos modernos de comunicación, incluidos los localizadores y la televisión, también utilizan ampliamente la ca.


**DEFINICION**

En una espira, cuando el cambio de flujo magnético es armónico se produce un voltaje inducido y con ello una corriente inducida armónica  $i = I \cos(\omega t)$  a la frecuencia correspondiente.

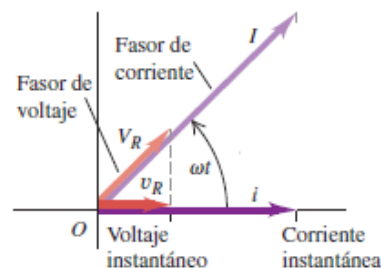
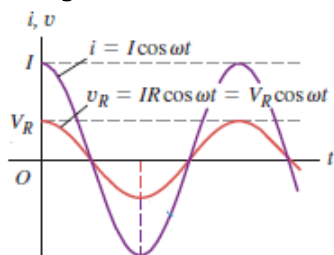
La media de esta corriente es cero pues el seno y el coseno la mitad del tiempo es positivo y la otra negativa, por lo que un parámetro de interés es su cuadrado, por lo que:

$$\overline{i^2} = \frac{I^2}{2} \quad i_{\text{eff}} = \sqrt{\overline{i^2}} = \frac{I}{\sqrt{2}} = i_{\text{rms}} \quad \text{donde } I \text{ es la corriente máxima.}$$

También se tiene una expresión similar para el voltaje efectivo:  $v_{\text{eff}} = \frac{V}{\sqrt{2}} = v_{\text{rms}}$

**VOLTAJE EN UNA RESISTENCIA EN UN C.C.A (circuito de corriente alterna)**

Como  $i = I \cos(\omega t)$ , por ley de Ohm  $v = Ri$ :  $v = R I \cos(\omega t)$  o de otra manera:  $v = V_R \cos(\omega t)$ , con  $V_R = RI$ , como puede observarse  $v$  e  $i$  tienen la misma fase en una resistencia, expresado en un diagrama de fasores:

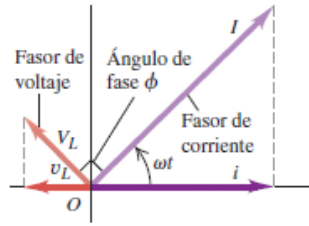
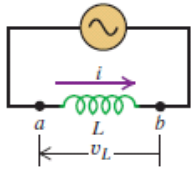

**VOLTAJE EN UN INDUCTOR EN UN C.C.A**

La magnitud del voltaje en una bobina está dada por Faraday- Henry como  $v_L = L \frac{di}{dt}$ , como

$i = I \cos(\omega t)$ , tenemos:  $v_L = -L \omega \text{Sen}(\omega t) = L \omega \text{Cos}(\omega t + \frac{\pi}{2})$ , con lo que se observa que el

voltaje en el inductor se adelanta en fase a la corriente en el circuito en  $90^\circ$ , y por analogía a la ley de Ohm se define  $X_L = \omega L$ , que tiene unidades de ohmios y se denomina reactancia inductiva, por lo que

$V_L = I X_L$ , expresado en un diagrama de fasores:



### VOLTAJE EN UN CONDENSADOR EN UN C.C.A

Para un condensador puede hacerse un análisis similar obteniéndose que:

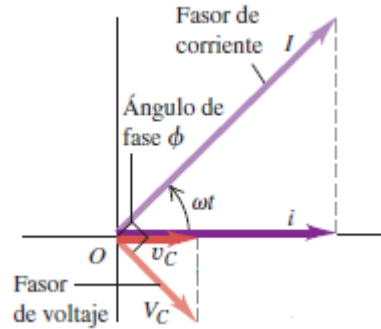
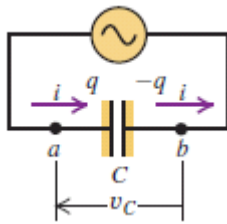
$$v_c = \frac{I}{\omega C} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}),$$

con lo que el voltaje en el condensador está atrasado con respecto a

la corriente en el circuito en 90°. por analogía a la ley de Ohm se define  $X_C = \frac{1}{\omega C}$ , que

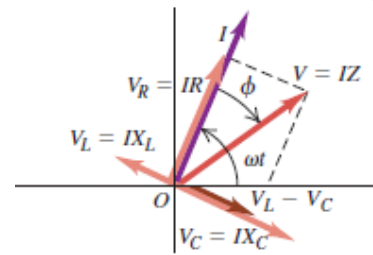
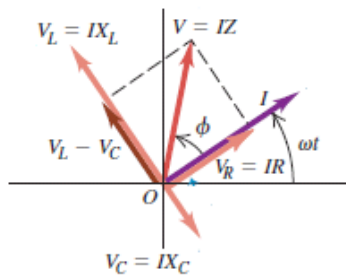
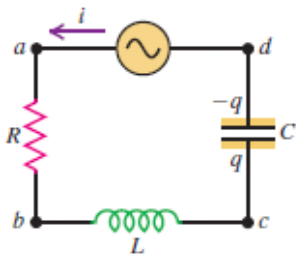
tiene unidades de ohmios y se denomina reactancia capacitiva, por lo que  $V_C = IX_C$ ,

expresado en un diagrama de fasores:



### RLC EN SERIE EN UN C.C.A

Se debe hacer notar que en este tipo de circuitos la corriente es la misma para todos los elementos, por lo que la corriente en el circuito es  $i = I \cos(\omega t)$ . Expresado en un diagrama de fasores puede verse los voltajes máximos en su conjunto como sigue:



Considerando a los fasores como vectores puede simplificarse el análisis y expresarlo como sigue:

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} = I \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = IZ,$$

donde Z se le denomina impedancia con unidades de ohmios y la fórmula es análoga a la de Ohm

También el desfase puede calcularse de:  $\phi = \text{Arctg}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right).$

Si  $i = I \cos(\omega t)$  es la corriente, entonces el voltaje de fuente es  $v = V \cos(\omega t + \phi)$

### POTENCIA EN LA RESISTENCIA

La potencia puede obtenerse calculando la media de  $p=vi$ , en el caso de la resistencia:

$$P_{med} = \frac{1}{2}VI = V_{rms}I_{rms} = \frac{V_{rms}^2}{R} = I_{rms}^2 R$$

### POTENCIA EN EL INDUCTOR Y CONDENSADOR

Analizando el valor medio de las funciones seno y coseno para el inductor y el condensador puede verificarse que la potencia media en ambos casos es cero.

### POTENCIA EN EL CIRCUITO GENERAL DE CA.

Como  $p=vi = I \cos(\omega t) * V \cos(\omega t + \phi)$ , calculando el valor medio de esta potencia se tiene la potencia media de un circuito general de ca

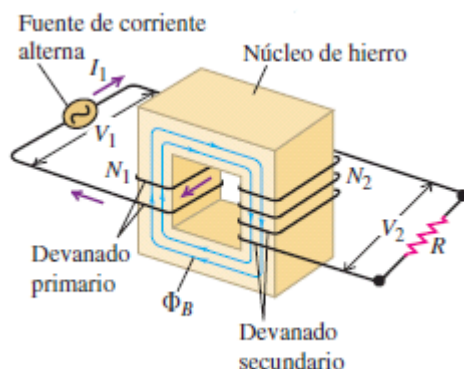
$$P_{med} = \frac{1}{2}VI \cos \phi = V_{rms}I_{rms} \cos \phi \text{ y se define el llamado factor de potencia } \cos \phi$$

### RESONANCIA EN LOS CIRCUITOS DE CA

A medida que la frecuencia angular de la fuente de voltaje se varia, la amplitud de corriente  $I=V/Z$  se modifica, teniéndose la mayor corriente cuando  $Z$  es mínimo, a esta frecuencia se

le llama frecuencia de resonancia y sucede cuando  $X_L=X_C$ , esto es, cuando:  $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

### TRANSFORMADORES



Dos circuitos aislados, uno de ellos conectado a una fuente de ca (primario) y la otra (secundario) sin conexión a fuente son expuestos a la ley de inducción de Faraday-Henry-Lenz, promoviendo el aumento de voltaje o su disminución en el secundario. La relación

entre las dos bobinas es:  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$ , donde  $V_1$  y  $V_2$  son

las amplitudes o valores rms de los voltajes terminales y  $N_2$  y  $N_1$  el número de vueltas de bobina para el secundario y primario.

**Ejemplo 1.** La placa en la parte posterior de una computadora personal indica que toma 2.7 A de una línea de 120 V y 60 Hz. ¿Cuáles son los valores de la corriente media, la media del cuadrado y la amplitud de la corriente?

#### Solución

#### Datos:

$$I_{rms} = 2,7A \quad V_{rms} = 120V \quad f = 60Hz$$

#### a) La corriente media

La media de un seno o coseno es cero, como  $i = I \cos(\omega t)$ , por tanto,  $i_{med}=0$ .

#### b) La media del cuadrado de la corriente.

El valor rms de la corriente ( $i_{rms} = 2,7 A$ ) es dado por  $I_{rms} = \sqrt{\overline{i^2}}$ , por lo que si nos piden la media del cuadrado de la corriente esto quiere decir que nos piden  $\overline{i^2}$  (la media del cuadrado de  $i$ ), por tanto,  $\overline{i^2} = 2,7^2 = 7,29 A^2$

**c) La amplitud de la corriente?**

Como  $I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ , siendo I el valor máximo de la corriente, podemos obtener:

$$I = I_{rms} \sqrt{2} = 2,7 \sqrt{2} = 3,818 A$$

**Ejercicio 2**

Suponga que se desea que la amplitud de la corriente en un inductor de un receptor de radio sea de 250  $\mu A$  cuando la amplitud del voltaje es de 3,60 V a una frecuencia de 1,60 MHz (correspondiente al extremo superior de la banda de transmisión de AM). a) ¿Cuál es la reactancia inductiva que se necesita? b) Si la amplitud del voltaje se mantiene constante, ¿cuál será la amplitud de la corriente a través de este inductor a 16.0 MHz? ¿Y a 160 kHz?

**Solución**
**Datos:**

$$I = 250 \mu A = 250 \times 10^{-6} A \quad V_L = 3,60V \quad f = 1,60 MHz = 1,60 \times 10^6 Hz$$

**a) La reactancia inductiva**

La reactancia inductiva está dada por  $X_L = \omega L$  y también  $V_L = IX_L$ , por tanto:

$$X_L = \frac{V_L}{I} = \frac{3,60V}{250 \times 10^{-6} A} = 14400 \Omega$$

**b) Amplitudes de corriente en 16MHz y 160KHz**

Como el voltaje se mantiene constante  $V_L = 3,60V$  y aplicamos la relación:  $V_L = IX_L$  de

donde despejamos I:  $I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{V_L}{\omega L} = \frac{V_L}{2\pi f L}$ , en donde se conocen todos los valores excepto

L.

Para calcular L, usamos el valor obtenido para la reactancia inductiva a la frecuencia de 1,60 Mhz:  $X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi(1,60 \times 10^6)L = 14400 \Omega$ , de donde obtenemos

$$L = 1,43 \times 10^{-3} H$$

Hallando la amplitud de corriente a 16MHz:

$$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{V_L}{\omega L} = \frac{V_L}{2\pi f L} = \frac{3,60V}{2\pi(16 \times 10^6 Hz)(1,43 \times 10^{-3} H)} = 25 \times 10^{-6} A = 25 \mu A$$

Hallando la amplitud de corriente a 160KHz:

$$I = \frac{V_L}{X_L} = \frac{V_L}{\omega L} = \frac{V_L}{2\pi f L} = \frac{3,60V}{2\pi(160 \times 10^3 Hz)(1,43 \times 10^{-3} H)} = 2504,2 \times 10^{-6} A = 2504,2 \mu A$$

Como puede observarse a menor frecuencia la corriente es mayor, observándose la cualidad de filtro paso bajo de los inductores.

**Ejercicio 3**

Un resistor de 200  $\Omega$  está conectado en serie con un capacitor de 5.0  $\mu F$ . El voltaje a través del resistor es  $v_R = 1,20 \cos(2500 \text{ rad/s})t$ . a) Obtenga una expresión para la corriente en el circuito. b) Determine la reactancia capacitiva del capacitor. c) Obtenga una expresión para el voltaje a través del capacitor.

**Solución**

$$\text{Datos: } R = 200 \Omega \quad C = 5.0 \mu F \quad v_R = 1,20 \cos(2500 \text{ rad/s})t V$$

**a) Expresión de la corriente en función del tiempo.**

Como es un circuito en serie tenemos que la corriente es la misma por los elementos en serie, por tanto, la corriente en la resistencia es también la corriente en el condensador y también para el circuito.

Por ley de Ohm:  $v= Ri$ , tenemos:

$$i = \frac{v}{R} = \frac{1,2 \cos(2500t)}{200} = 6 \times 10^{-3} \cos(2500t) \text{ A}$$

### **b) Determinando la inductancia capacitiva**

La inductancia capacitiva se puede determinar por:  $X_C = \frac{1}{\omega C}$ .

Como  $\omega = 2500 \text{ rad/s}$  y  $C = 5.0 \mu\text{F}$ , por tanto,  $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2500(5 \times 10^{-6})} = 80 \Omega$

### **c) Voltaje a través del condensador**

Como el voltaje en el condensador se atrasa con respecto a la corriente, se había determinado que el voltaje puede escribirse como:  $v_C = V_C \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$  donde

$V_C = X_C I = \frac{I}{\omega C}$ , por tanto:  $V_C = X_C I = 80 \Omega (6 \times 10^{-3} \text{ A}) = 0,48 \text{ V}$ , por lo que:

$$v_C = 0,48 \cos(2500t - \frac{\pi}{2}) \text{ V}$$

### **Ejercicio 4**

Considere un circuito serie RLC alimentado por una fuente alterna donde  $R = 300 \Omega$ ,  $L = 60 \text{ mH}$ ,  $C = 0.50 \mu\text{F}$ ,  $V = 50 \text{ V}$  y  $\omega = 10,000 \text{ rad/s}$ . Determine las reactancias  $X_L$  y  $X_C$ , la impedancia  $Z$ , la amplitud de corriente  $I$ , el ángulo de fase  $\phi$  y la amplitud de voltaje a través de cada elemento del circuito.

#### **Solución**

**Datos:** RLC en serie  $R = 300 \Omega$   $L = 60 \text{ mH}$   $C = 0.50 \mu\text{F}$   $V = 50 \text{ V}$  y  $\omega = 10,000 \text{ rad/s}$

#### **a) Determinando las reactancias $X_L$ , $X_C$ y la impedancia $Z$**

Se tiene que  $X_L = \omega L = (10000 \text{ rad/s})(60 \times 10^{-3} \text{ H}) = 600 \Omega$ , del mismo modo puede

calcularse  $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(10000 \text{ rad/s})(0,50 \times 10^{-6} \text{ F})} = 200 \Omega$

Por otro lado  $Z$  puede calcularse como sigue:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{300^2 + (600 - 200)^2} = 500 \Omega$$

#### **b) Calculando amplitud de corriente, fase.**

De  $V = IZ$ , se tiene que  $V$  es amplitud del voltaje,  $I$  es amplitud de la corriente, por tanto:

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{50 \text{ V}}{500} = 0,1 \text{ A}$$

La fase se puede calcular de  $\phi = \text{Arctg}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right) = \text{Arctg}\left(\frac{600 - 200}{300}\right) = 53^\circ$

#### **c) Amplitud del voltaje a través de cada elemento.**

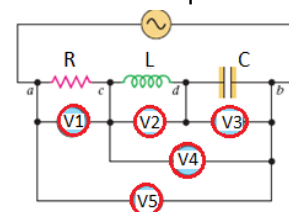
Como:

$$V_R = IR = 0,1 \text{ A}(300 \Omega) = 30 \text{ V} \quad V_L = IX_L = 0,1 \text{ A}(600 \Omega) = 60 \text{ V} \quad V_C = IX_C = 0,1 \text{ A}(200 \Omega) = 20 \text{ V}$$

**GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II N° 13**  
**(Tema: CORRIENTE ALTERNA)**

INSTRUCCIONES: Resuelve y practique los problemas

- El voltaje entre las terminales de una fuente de energía de ca varía con el tiempo de acuerdo con la ecuación  $v = V \cos \omega t$ . La amplitud de voltaje es  $V = 45.0 \text{ V}$ . ¿Cuáles son a) la diferencia de potencial cuadrática media,  $V_{\text{rms}}$ ? y b) ¿la diferencia de potencial media  $V_{\text{med}}$  entre las dos terminales de la fuente de energía?
- a) Calcule la reactancia de un inductor de  $0.450 \text{ H}$  a frecuencias de  $60.0 \text{ Hz}$  y  $600 \text{ Hz}$ . b) Calcule la reactancia de un capacitor de  $2.50 \mu\text{F}$  a las mismas frecuencias. c) ¿A qué frecuencia la reactancia de un inductor de  $0.450 \text{ H}$  es igual a la de un capacitor de  $2.50 \mu\text{F}$ ?
- Inductor de radio.** Se desea que la amplitud de corriente a las terminales de un inductor de  $0.450 \text{ mH}$  (parte de los circuitos de un receptor de radio) sea de  $2.60 \text{ mA}$  cuando a través del inductor se aplica un voltaje sinusoidal con amplitud de  $12.0 \text{ V}$ . ¿Cuál es la frecuencia que se requiere?
- Un resistor de  $150 \Omega$  está conectado en serie con un inductor de  $0.250 \text{ H}$ . El voltaje en las terminales del resistor es  $v_R = (3.80 \text{ V}) \cos [(720 \text{ rad/s})t]$ . a) Obtenga una expresión para la corriente de circuito. b) Determine la reactancia inductiva del inductor. c) Obtenga una expresión para el voltaje  $v_L$  en las terminales del inductor.
- Usted tiene un resistor de  $200 \Omega$ , un inductor de  $0.400 \text{ H}$  y un capacitor de  $6.00 \mu\text{F}$ . Suponga que toma el resistor y el inductor y construye un circuito en serie con una fuente de voltaje que tiene una amplitud de  $30.0 \text{ V}$  y una frecuencia angular de  $250 \text{ rad/s}$ . a) ¿Cuál es la impedancia del circuito? b) ¿Cuál es la amplitud de corriente? c) ¿Cuáles son las amplitudes de voltaje en las terminales del resistor y en las terminales del inductor? d) ¿Cuál es el ángulo de fase  $\phi$  del voltaje de fuente con respecto de la corriente? ¿La fuente de voltaje se adelanta o se atrasa en relación con la corriente? e) Construya el diagrama de fasores.
- a) Para el circuito R-L del circuito del ejercicio anterior, construya la gráfica de  $v$ ,  $v_R$  y  $v_L$  en función de  $t$ , que vaya de  $t = 0$  a  $t = 50.0 \text{ ms}$ . La corriente está dada por  $i = I \cos \omega t$ , por lo que  $v = V \cos (\omega t + \phi)$ . b) ¿Cuáles son los valores de  $v$ ,  $v_R$  y  $v_L$  en  $t = 20.0 \text{ ms}$ ? Compare  $v_R + v_L$  con  $v$  en este instante. c) Repita el inciso b) para  $t = 40.0 \text{ ms}$ .
- El resistor, el inductor, el capacitor y la fuente de voltaje descritos en el ejercicio 5 están conectados de manera que forman un circuito L-R-C en serie. a) ¿Cuál es la impedancia del circuito? b) ¿Cuál es la amplitud de corriente? c) ¿Cuál es el ángulo de fase del voltaje de fuente con respecto a la corriente? ¿El voltaje en la fuente se retrasa o se adelanta con respecto a la corriente? d) ¿Cuáles son las amplitudes de voltaje a través del resistor, del inductor y del capacitor? e) Explique cómo es posible que la amplitud de voltaje sea mayor a través del capacitor que a través de la fuente.
- Un transformador conectado a una línea de ca de  $120 \text{ V}$  (rms) debe suministrar  $12.0 \text{ V}$  (rms) a un dispositivo electrónico portátil. La resistencia de la carga en el secundario es de  $5 \Omega$ . a) ¿Cuál debe ser la razón entre las espiras del primario y el secundario del transformador? b) ¿Qué corriente rms debe suministrar el secundario? c) ¿Cuál es la potencia media que se entrega a la carga? d) ¿Qué resistencia conectada directamente a la línea de  $120 \text{ V}$  consumiría la misma potencia que el transformador? Demuestre que ésta es igual al producto de  $5 \Omega$  por el cuadrado de la razón entre las espiras del primario y el secundario
- Una bobina tiene resistencia de  $48 \Omega$ . A una frecuencia de  $80.0 \text{ Hz}$ , el voltaje entre las terminales de la bobina se adelanta  $52.3^\circ$  a la corriente. Determine la inductancia de la bobina.



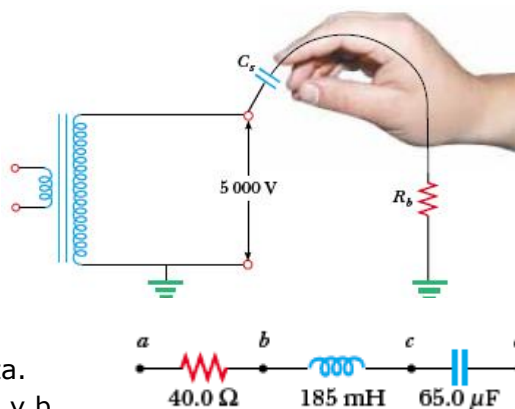
10. Cinco voltímetros de impedancia infinita, calibrados para leer valores rms, están conectados como se ilustra en la figura. Sea  $R = 200 \Omega$ ,  $L = 0.400 \text{ H}$ ,  $C = 6.00 \mu\text{F}$  y  $V = 30.0 \text{ V}$ . ¿Cuál es la lectura de cada voltímetro si a)  $\omega = 200 \text{ rad/s}$ , y b)  $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ ?

11. Un amplificador de audio, representado por una fuente CA y un resistor, como se ve en la figura, entrega al altavoz voltaje alterno frecuencias de audio. Si el voltaje de fuente tiene una amplitud de  $15\text{V}$ ,  $R=8,2 \Omega$  y el altavoz es equivalente a una resistencia de  $10,4 \Omega$ , ¿cuál es la potencia promediada en el tiempo transferida a ésta?

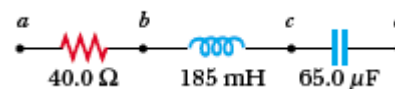
12. El voltaje de salida rms de una fuente AC es  $200\text{V}$  y la frecuencia operante es de  $100 \text{ Hz}$ . Escriba la ecuación que da el voltaje de salida como una función del tiempo.

13. Un inductor está conectado a un suministro de potencia de  $20 \text{ Hz}$  que produce un voltaje rms de  $50 \text{ V}$ . ¿Qué inductancia es necesaria para mantener la corriente instantánea en el circuito por debajo de  $80 \text{ mA}$ .

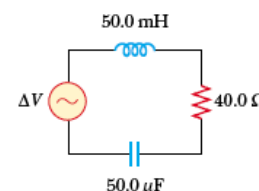
14. Una persona está trabajando cerca del secundario de un transformador, como se muestra en la figura. El voltaje primario es de  $120 \text{ V}$  en  $60 \text{ Hz}$ . La capacitancia  $C_s$ , que es la capacitancia de localizada entre la mano y el devanado secundario es  $20\text{pF}$ . Asumiendo que la persona tiene una resistencia corporal a tierra  $R_b=50 \text{ k} \Omega$ , determine el voltaje rms a través del cuerpo. (Sugerencia: Redibuje el circuito con el secundario del transformador como una simple fuente AC)



15. Una fuente AC con  $\Delta V_{\text{max}} = 150 \text{ V}$  y  $f = 50 \text{ Hz}$  es conectado entre los puntos a y d en la figura adjunta. Calcule los voltajes máximos entre: a) Los puntos a y b. b) b y c, c) c y d, d) b y d.



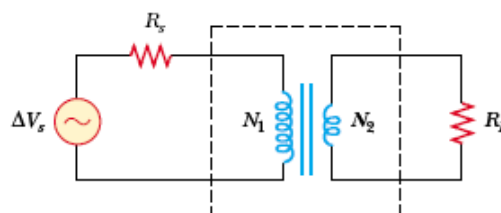
16. La fuente de voltaje, en la figura mostrada, tiene una salida de  $\Delta V_{\text{rms}} = 100 \text{ V}$ , en una frecuencia angular de  $100 \text{ rad/s}$ . determine a) La corriente en el circuito y b) La potencia suministrada por la fuente c) Demuestre que la potencia entregada al resistor es igual a la potencia suministrada por la fuente.



17. Un transformador tiene  $N_1=350$  vueltas. Si el voltaje de entrada es  $\Delta v(t) = 170 \text{ Cos} \omega t \text{ V}$ , ¿qué voltaje rms es desarrollado a través de la bobina secundaria?

18. Un transformador elevador es diseñado para tener un voltaje de salida de  $2200 \text{ V (rms)}$  cuando el primario está conectado a través de una fuente de  $110 \text{ V}$ . a) si el devanado primario tiene  $80$  vueltas, cuántas vueltas son requeridas en el secundario.? b) Si una resistencia de carga a través del secundario lleva una corriente de  $1,50 \text{ A}$ , cuanto es la corriente en el primario, asumiendo condiciones ideales.

19. En el transformador mostrado, la resistencia de carga es  $50 \Omega$ . La razón de vueltas  $N_1:N_2$  es  $5:2$  y el voltaje de fuente es de  $80 \text{ V}$ . Si un voltímetro a través de la carga mide  $25 \text{ V (rms)}$ . ¿cuál es la resistencia de la fuente?



20. Un circuito serie RLC tiene una resistencia de  $45 \Omega$  y una impedancia de  $75 \Omega$ . ¿Qué potencia media es entregada a este circuito cuando  $\Delta V_{\text{rms}} = 210 \text{ V}$ ?



Semana 15

TEMA 14

**ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS O.E.M.**

Las ondas de radio se emplean en la transmisión de señales para comunicaciones. Para las emisiones de radio y televisión se utilizan ondas de radio largas, que pueden reflejarse en la ionosfera y permiten detectar antenas situadas en lugares lejanos de la fuente emisora. Las ondas de radios medias, bien sufren menos reflexión, también se utilizan para llegar a grandes distancias. Las ondas microondas se utilizan en radioastronomía, en las señales de los teléfonos celulares, aunque son más conocidas por la llegada de los hornos microondas a muchas casas. ¿Cómo funciona microondas? Este tipo de ondas penetran en las moléculas de agua de los alimentos, las que vibran provocando fricción entre las moléculas, lo cual se traduce en un aumento de la energía interna de los alimentos que se calientan. Las radiaciones infrarrojas se utilizan para la construcción de alarmas, armas y cámaras de fotos que pueden detectar imágenes que no se observan con luz visible. La radiación ultravioleta se utiliza para la esterilización de instrumentos de cirugía. Los Rayos X, de alto poder de penetración se convirtieron en un valioso elemento de diagnóstico y prevención de enfermedades.

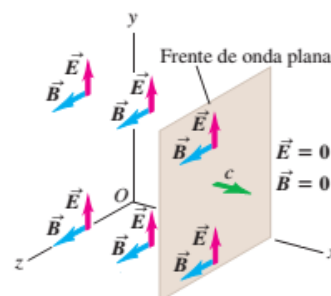


si

**Las ecuaciones de Maxwell** predicen la existencia de ondas electromagnéticas que se propagan en el vacío con la rapidez de la luz  $c$ . En una onda plana.  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$  son uniformes en la totalidad de cualquier plano perpendicular a la dirección de propagación. La ley de Faraday y la ley de Ampere proporcionan relaciones entre las magnitudes de  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$ : la exigencia de que se satisfagan estas dos relaciones permite obtener una expresión de  $c$  en términos de  $\mu_0$  y  $\epsilon_0$

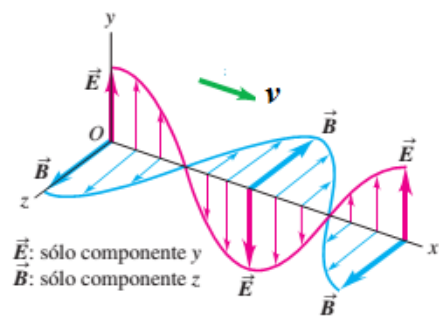
Las ondas electromagnéticas son transversales: los campos  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$  son perpendiculares a la dirección de propagación y uno respecto al otro. La dirección de propagación es la dirección de  $\vec{E} \times \vec{B}$ .

Ley de Gauss:  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$   
 Ley de gaus del Magnetismo:  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$   
 Ley de Ampere:  $\oint \vec{B} \cdot d\vec{L} = \mu_0 (i_c + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt})$   
 Lay de Faraday:  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{L} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$   
 $E = cB$        $B = \epsilon_0 \mu_0 cE$        $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$



Las ondas electromagnéticas son transversales: los campos  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$  son perpendiculares a la dirección de propagación y uno respecto al otro. La dirección de propagación es la dirección de  $\vec{E} \times \vec{B}$ . Las ecuaciones describen una onda electromagnética plana sinusoidal que viaja en el vacío en la dirección  $+x$ .

1. La onda es transversal; tanto  $\vec{E}$  como  $\vec{B}$  son perpendiculares a la dirección de propagación de la onda. Los campos eléctrico y magnético también son perpendiculares entre sí. La dirección de propagación es la dirección del productovectorial  $\vec{E} \times \vec{B}$



- Hay una razón definida entre las magnitudes de  $\vec{B}$  y  $\vec{E}$ :  $E = cB$ .
- La onda viaja en el vacío con rapidez definida e invariable.
- A diferencia de las ondas mecánicas, que necesitan de partículas oscilantes de un medio —como el agua o aire— para transmitirse, las ondas electromagnéticas no requieren un medio. Lo que "ondula" en una onda electromagnética son los campos eléctricos y magnéticos.  $\vec{E}(x, t) = \hat{j}E_{max} \cos(kx - \omega t)$        $\vec{B}(x, t) = \hat{k}B_{max} \cos(kx - \omega t)$   
( $E_{max} = cB_{max}$ )

Cuando una onda electromagnética viaja a través de un dieléctrico, la rapidez de onda  $v$ ; es menor que la rapidez de la luz en un vacío  $c$ .

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{1}{\sqrt{KK_m}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = \frac{c}{\sqrt{KK_m}}$$

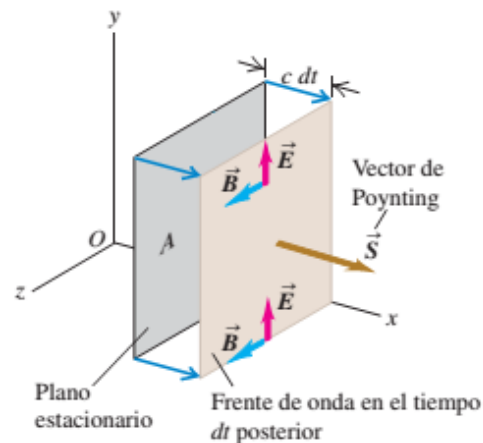
El vector de Poynting  $\vec{S}$  proporciona la rapidez de flujo de energía (energía por unidad de área) de una onda electromagnética en un vacío. La magnitud del valor promediado en el tiempo del vector de Poynting es la intensidad  $I$  de la onda. Las ondas electromagnéticas también transportan cantidad de movimiento. Cuando una onda electromagnética incide en una superficie, ejerce una presión de radiación  $p_{rad}$ . Si la superficie es perpendicular a la dirección de propagación de la onda y es totalmente absorbente.  $P_{rad} = I/c$ ; si la superficie es un reflector perfecto,  $P_{rad} = 2I/c$

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$$

$$I = S_{prom} = \frac{E_{max}B_{max}}{2\mu_0} = \frac{E_{max}^2}{2\mu_0 c}$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_{max}^2$$

$$\frac{1}{A} \frac{dp}{dt} = \frac{S}{c} = \frac{EB}{\mu_0 c}$$



(rapidez de flujo de cantidad de movimiento electromagnética)

### PROBLEMAS RESUELTOS

- Una onda electromagnética en el vacío tiene una amplitud de campo eléctrico de 230 V/m. Calcule la amplitud del campo magnético correspondiente.

$$\frac{E}{B} = c \quad \text{ó} \quad \frac{230}{B} = 3.00 \times 10^8 \quad \text{Entonces } B = 7.66 \times 10^{-7} \text{ T} = 766 \text{ nT}$$

- Una onda electromagnética sinusoidal, que tiene un campo magnético de amplitud 1.20  $\mu\text{T}$  y longitud de onda de 435 nm, viaja en la dirección (+x) a través del espacio vacío.
  - ¿Cuál es la frecuencia de esta onda?
  - ¿Cuál es la amplitud del campo eléctrico asociado?

$$C = f\lambda \cdot E_{max} = cB_{max}, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad \omega = 2\pi f \quad C = 3.00 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a) \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{435 \times 10^{-9} \text{ m}} = 6.89 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad E_{max} = cB_{max} = (3.00 \times 10^8 \text{ m/s})(1.20 \times 10^{-6} \text{ T}) = 360 \text{ V/m}$$

- La distancia a la estrella, Dubhe, es aproximadamente  $11.7 \times 10^{17} \text{ m}$ . Si Dubhe se apagara hoy: a) ¿en qué año la veríamos desaparecer? b) ¿Cuánto tarda la luz solar en

llegar a la Tierra? (Distancia Tierra-Sol:  $1.496 \times 10^{11}$  m) c) ¿Cuánto tarda en llegar la luz de un relámpago a 20 km de distancia?

**SOLUCIÓN:**

a) La luz desde la estrella Dubhe viaja a  $3.00 \times 10^8$  m/s. El último haz de luz llegará a la Tierra en

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{c} = \frac{11.7 \times 10^{17} \text{ m}}{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}} = 390 \times 10^8 \text{ s} = 123.6 \text{ años.}$$

Luego, la estrella Dubhe desaparecería en el año  $2016 + 123 = 2139$  D. C.

La estrella está a 123.6 años luz de la Tierra.

b) Distancia de la Tierra al Sol:  $1.496 \times 10^{11}$  m. luego:  $\Delta t = \frac{\Delta x}{c} = \frac{1.496 \times 10^{11} \text{ m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 499 \text{ s} = 8.31 \text{ min.}$

c) Distancia del relámpago:  $20 \times 10^3$  m. Entonces:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{c} = \frac{20 \times 10^3 \text{ m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 6.66 \times 10^{-5} \text{ s. Donde } c = \text{velocidad de la luz.}$$

4. Un campo eléctrico de una onda electromagnética sinusoidal obedece la ecuación  $E = -380 \sin[5.86 \times 10^{15} t + 1.99 \times 10^7 x]$  V/m, t en segundos y x en metros:

a) ¿Cuáles son las amplitudes de los campos eléctricos y magnéticos de esta onda?

b) ¿Cuáles son la frecuencia, la longitud de onda y el periodo de la onda?

\*La dirección de la onda electromagnética se propaga en la dirección negativa de (x).

$$E = E_{\max} \cos(kx + \omega t), \quad \omega = 2\pi f \quad \text{y} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad T = \frac{1}{f}, \quad E_{\max} = cB_{\max}$$

\* Del problema  $E = -E_{\max} \sin(kx + \omega t)$ ,  $E_{\max} = 380 \text{ V/m}$ ,  $\kappa = 1.99 \times 10^7 \text{ rad/m}$  y  $\omega = 5.86 \times 10^{15} \text{ rad/s}$

a)  $B_{\max} = \frac{E_{\max}}{c} = 1.26 \mu\text{T}$

b)  $f = \frac{\omega}{2\pi} = 9.32 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ,  $\lambda = \frac{2\pi}{\kappa} = 3.16 \times 10^{-7} \text{ m} = 316 \text{ nm}$ ,  $T = \frac{1}{f} = 1.07 \times 10^{-15} \text{ s}$

5. Si la densidad de la luz solar directa en cierto punto sobre la superficie de la Tierra es de  $0.78 \text{ kW/m}^2$ , calcule:

a) La densidad de cantidad de movimiento media (cantidad de movimiento por unidad de volumen) de la luz solar

b) la tasa de flujo media de la cantidad de movimiento de la luz solar.

**SOLUCIÓN:**

a) La densidad de movimiento media está dada por

$$\frac{dp}{dV} = \frac{S_{\text{av}}}{c} = \frac{I}{c^2}$$

Entonces:  $\frac{dp}{dV} = \frac{0.78 \times 10^3 \text{ W/m}^2}{(3.0 \times 10^8 \text{ m/s})^2} = 8.7 \times 10^{-15} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s.}$

b) La tasa de flujo media de la cantidad de movimiento de la luz solar por unidad de

área es:  $\frac{S_{\text{av}}}{c} = \frac{I}{c} = \frac{0.78 \times 10^3 \text{ W/m}^2}{2.998 \times 10^8 \text{ m/s}} = 2.6 \times 10^{-6} \text{ Pa.}$

**GUIA DE PRÁCTICA DE FÍSICA II N° 14  
(Tema: ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS O.E.M.)**

Sección : .....  
 Docente : Escribir el nombre del docente  
 Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

Apellidos : .....  
 Nombres : .....  
 Fecha : ...../...../.....

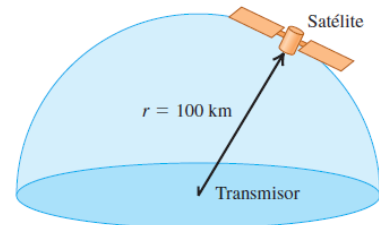
**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

- Para una onda electromagnética que se propaga en el aire, determine su frecuencia si tiene una longitud de onda de a) 5.0 km; b) 5.0 m; c) 5.0 mm; d) 5.0 nm.
- a) ¿Cuánto tiempo le toma a la luz viajar de la Luna a la Tierra, una distancia de 384,000 km? b) La luz de la estrella Sirio tarda 8.61 años para llegar a la Tierra. ¿Cuál es la distancia, en kilómetros, de la estrella Sirio a la Tierra?
- En unidades del SI, el campo eléctrico de una onda electromagnética se describe por  $E_y = 150 \sin(1.00 \times 10^7 x - \omega t)$ . Determine: a) la amplitud de las oscilaciones del campo magnético correspondiente. b) la longitud de onda c) la frecuencia  $f$ .
- Una onda electromagnética sinusoidal, que tiene un campo magnético de amplitud 1.20  $\mu\text{T}$  y longitud de onda de 435 nm, viaja en la dirección (+x) a través del espacio vacío. a) ¿Cuál es la frecuencia de esta onda? b) ¿Cuál es la amplitud del campo eléctrico asociado?
- Una onda electromagnética con longitud de onda 530 nm viaja en el espacio en la dirección -z. El campo eléctrico tiene una amplitud de  $3.20 \times 10^{-3} \frac{\text{V}}{\text{m}}$  y es paralela al eje x. Calcular: a) La frecuencia b) La amplitud del campo magnético c) Escriba las ecuaciones vectoriales para  $\vec{E}(z,t)$  y  $\vec{B}(z,t)$ .
- Una onda electromagnética sinusoidal con frecuencia de  $8.20 \times 10^{14}$  Hz viaja en el vacío en la dirección +z. El campo B es paralelo al eje y y tiene amplitud de  $6.50 \times 10^{-4}$  T. Escriba las ecuaciones vectoriales para  $\vec{E}(z,t)$  y  $\vec{B}(z,t)$ .
- Una onda electromagnética tiene un campo eléctrico dado por  $\vec{E}(y,t) = -3.2 \times 10^5 \text{sen}(ky - 12.65 \times 10^{12} t) \hat{k}$ . a) ¿En qué dirección viaja la onda? b) ¿Cuál es su longitud de onda? c) Escriba la ecuación vectorial para B(y,t).
- Un campo eléctrico de una onda electromagnética sinusoidal obedece la ecuación  $E(x,t) = 1.5 \times 10^6 \text{sen}(5.93 \times 10^5 x + (1.78 \times 10^{14} t) \text{ V/m}$ . a) ¿Cuáles son las amplitudes de los campos eléctricos y magnéticos de esta onda? b) ¿Cuáles son la frecuencia, la longitud de onda y el periodo de la onda?
- Un láser neón-helio de 15.0 mW ( $\lambda = 632.8$  nm) emite un haz de sección transversal circular con un diámetro de 2.00 mm. a) Determine el campo eléctrico máximo en el haz. b) ¿Cuál es la energía total contenida en una longitud de 1.00 m del haz? c) Determine la cantidad de movimiento que tiene un tramo de 1.00 m de longitud del haz.
- Un protón se mueve a través de un campo eléctrico uniforme conocido por  $\mathbf{E} = 60.0 \mathbf{j}$  V/m y un campo magnético uniforme  $\mathbf{B} = (0.20 \mathbf{i} + 0.30 \mathbf{j} + 0.40 \mathbf{k}) \text{ T}$  Determine la aceleración del protón cuando tiene una velocidad  $\mathbf{v} = 220 \mathbf{i}$  m/s.

11. Un electrón se mueve a través de un campo eléctrico uniforme  $\mathbf{E} = 2.80\mathbf{i} + 5.40\mathbf{j}$  V/m y un campo magnético uniforme  $\mathbf{B} = 500\mathbf{k}$  T. Determine la aceleración del electrón cuando tiene una velocidad  $\mathbf{S} \mathbf{v} = 12.0\mathbf{i}$  m/s.

12. La amplitud del campo eléctrico cerca de cierto transmisor de radio es de  $4.25 \times 10^{-3}$  V/m. ¿Cuál es la amplitud de  $\vec{B}$ ? ¿Cómo se compara esta magnitud con la del campo terrestre?

13. Una estación de radio en la superficie terrestre emite una onda sinusoidal con una potencia total media de 60 kW. Suponiendo que el transmisor irradia por igual en todas direcciones sobre el terreno (lo que es improbable en situaciones reales), calcule las amplitudes  $E_{\text{máx}}$  y  $B_{\text{máx}}$  detectadas por un satélite ubicado a 100 km de la antena.



14. Una estación de radio AM difunde isotrópicamente (de manera uniforme en todas direcciones) con una potencia promedio de 4.20 kW. Un dipolo receptor de 60.0 cm de largo está a 6500 m del transmisor. Calcule la amplitud de la fem inducida por esta señal de un extremo a otro de la antena receptora.

15. Un láser neón-helio de 15.0 mW ( $\lambda = 632.8$  nm) emite un haz de sección transversal circular con un diámetro de 2.00 mm. a) Determine el campo eléctrico máximo en el haz. b) ¿Cuál es la energía total contenida en una longitud de 1.00 m del haz? c) Determine la cantidad de movimiento que tiene un tramo de 1.00 m de longitud del haz.

16. Una onda electromagnética sinusoidal de una estación de radio pasa en forma perpendicular a través de una ventana abierta con área de  $0.520 \text{ m}^2$ . En la ventana, el campo eléctrico de la onda tiene un valor  $rms(eficaz)$  de  $0.02250 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ . ¿cuánta energía transporta esta onda a través de la ventana durante un comercial de 30 s ?

17. Con respecto a la onda electromagnética representada por la ecuación  $E_y(x,t) = E_{\text{max}} \cos(kx + \omega t)$ ,  $B_z(x,t) = -B_{\text{max}} \cos(kx + \omega t)$ , demuestre que el vector de Poynting a) tiene la misma dirección que la propagación de la onda, y b) tiene una magnitud media dada por la ecuación  $S_{\text{av}} = \frac{E_{\text{max}} B_{\text{max}}}{2\mu}$ .

18. En alguna ubicación de la Tierra, el valor rms del campo magnético causado por la radiación solar es de  $1.80 \mu\text{T}$ . A partir de este valor, calcule: a) el campo eléctrico rms debido a radiación solar b) la densidad de energía promedio del componente solar de la radiación electromagnética en esta ubicación c) la magnitud promedio del vector de Poynting para la radiación del Sol.

19. Se ha propuesto colocar satélites que recolecten energía solar en la órbita terrestre. La energía así obtenida se enviaría a la Tierra en forma de un haz de radiación de microondas. En el caso de un haz de microondas con área de sección transversal de  $36.0 \text{ m}^2$  y una potencia total de 2.80 kW en la superficie terrestre, ¿cuál es la amplitud del campo eléctrico del haz en la superficie del planeta?

20. Un rayo láser pequeño de helio-neón emite luz roja visible con potencia de 3.20 mW en un rayo cuyo diámetro es de 2.50 mm a) ¿Cuáles son las amplitudes de los campos eléctrico y magnético de la luz? B) ¿Cuál es la energía total contenida en un tramo del haz de 1 m de longitud?

**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II**
**Laboratorio N° 09: Mediciones de voltajes y corrientes en circuitos de corriente alterna**

Sección : .....

Docente : Escribir el nombre del docente

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : .././..... Duración:....80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA**

Mediciones eléctricas de resistencias conectadas en serie, paralelas y mixtas; en circuitos de corriente alterna.

**II. PROPOSITO**

Contrastar la teoría con la parte experimental de conexiones de resistencia en serie, paralelo y de formas mixtas; en circuitos de corriente alterna.

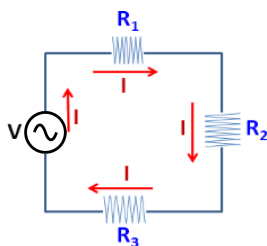
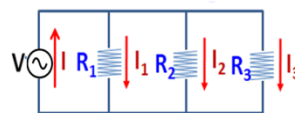
**III. OBJETIVOS**

Instalar correctamente las resistencias en un circuito, en serie, paralelas y mixtas, utilizando los accesorios de un circuito de corriente alterna.

Obtener del circuito conectado en serie y en paralelo, (utilizando los instrumentos de medición eléctrica); el ohmiaje, voltaje y amperaje.

**IV. FUNDAMENTO TEORICO**

Las resistencia (cargas) en un circuito de corriente alterna se pueden conectar en serie ,paralelo o mixto

**Conexión en serie**

**Conexión en Paralelo**

**V. MATERIALES Y EQUIPOS**

Para el desarrollo del experimento, los alumnos utilizaran lo siguiente:

Nº	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
01	Fuente de alimentación regulable de voltaje alterna 0 – 220 V		01
02	Multímetro digital para Corriente alterna		01
03	Tablero de circuito		01
04	Cables con conectores mordaza-cocodrilo		02
05	Cables de extensión		06
06	Resistencias (Focos bombillas de 25W, 50W, 75W y 100W)		04

**VI. NOTAS DE SEGURIDAD**


**NO CONECTAR AL TOMACORRIENTE LA FUENTE REGULABLE SIN AUTORIZACION DEL PROFESOR PRIMERO EL PROFESOR DEBE DAR VISTO BUENO A LA INSTALACION REALIZADA, PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO**

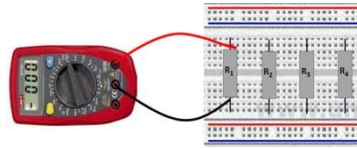
- Tener cuidado en conectar la fuente regulable al tomacorriente de corriente alterna (c.a.) de 220 V.
- Tener cuidado en seleccionar el multímetro para hacer mediciones de Corriente alterna (c.a.)
- Tener cuidado en ubicar el intervalo del rango a medir. Empiece de un valor alto hasta ubicar el rango correcto.

**VII. CÁLCULOS A REALIZAR**

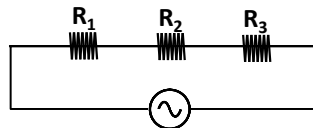
- Determinar los valores de las resistencias en forma teórica y experimental.
- Determinar los valores de los voltajes y corrientes en un circuito de Corriente alterna en forma teórica y experimental.

**VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

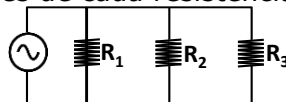
- Para la parte experimental; si utilizan las resistencias de cerámica; utilizar una fuente de alimentación de 10V ó 25V de tensión alterna
  - Para la parte experimental; si utilizan los focos de bombillas utilizar una fuente de alimentación de 120V ó 220V de tensión alterna. **PELIGRO.** TENER PRECAUCION DEL RIESGO ELECTRICO.
- 1) Utilizar 4 resistencias de cerámica (o focos de 25W, 50W, 75W y 100W) del tablero del circuito; como se muestra en la figura; y determinar sus resistencias en forma teórica y experimental (medido):



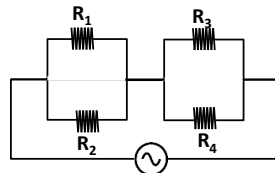
- 2) Utilizar 3 resistencias cerámicas (o focos de igual y/o distintas potencias) de distintos ohmiajes y **colocarlos en serie**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental los voltajes de cada resistencia y la corriente del circuito de c.a.



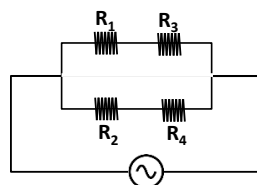
- 3) Utilizar 3 resistencias cerámicas (o focos de igual y distintas potencias) de distintos ohmiajes y **colocarlos en paralelo**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental los voltajes de cada resistencia y la corriente del circuito de c.a..



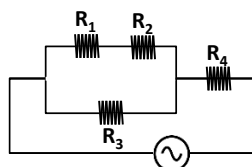
- 4) Utilizar 4 resistencias cerámicas (o focos de igual y distintas potencia) de distintos ohmiajes y **colocarlos en paralelo y luego en serie**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental los voltajes de cada resistencia y la corriente del circuito de c.a.



- 5) Colocar 4 resistencias cerámicas (o focos de igual y distintas potencia) de distintos ohmiajes, **en series y luego en paralelo** como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental los voltajes de cada resistencia y la corriente del circuito de c.a.



- 6) Colocar 4 resistencias cerámicas (o focos de igual y distintas potencia) de distintos ohmiajes, **en serie, paralelo y en serie**, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental los voltajes de cada resistencia y la corriente del circuito de c.a.



## IX. RESULTADOS O PRODUCTOS

Tabla N° 1: valores de las resistencias obtenidas en forma teórica y experimental

VALOR TEORICO DE LA RESISTENCIA									EXPERIMENTAL	
R	1ra Banda (Forma el número)	2da Banda	3ra Banda (Multiplica)	Valor teórico de R	4ta Banda (% Tolerancia)	Tolerancia con el valor teórico	Rango Mínimo de R	Rango máximo de R	Valor medido de R	% Error
R1										
R2										
R3										
R4										

Tabla N° 2: Valores de las resistencias, voltajes y corriente obtenidos en forma teórica y experimental de las conexiones en serie

Valor teórico calculado			Valor experimental medido		% Error	
Resistencia	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente
R1:	V1:	I1:	V1:	I1:		
R2:	V2:	I2:	V2:	I2:		
R3:	V3:	I3:	V3:	I3:		

Tabla N° 3: Valores de las resistencias, voltajes y corriente obtenidos en forma teórica y experimental de las conexiones en paralelo.

Valor teórico calculado			Valor experimental medido		% Error	
Resistencia	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente
R1:	V1:	I1:	V1:	I1:		
R2:	V2:	I2:	V2:	I2:		
R3:	V3:	I3:	V3:	I3:		

Tabla N° 4: Valores de las resistencias, voltajes y corriente obtenidos en forma teórica y experimental de las conexiones colocadas en paralelo y luego en serie.

Valor teórico calculado			Valor experimental medido		% Error	
Resistencia	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente
R1:	V1:	I1:	V1:	I1:		
R2:	V2:	I2:	V2:	I2:		
R3:	V3:	I3:	V3:	I3:		
R4:	V4:	I4:	V4:	I4:		

Tabla N° 5: Valores de las resistencias, voltajes y corriente obtenidos en forma teórica y experimental de las conexiones colocadas en series y luego en paralelo.

Valor teórico calculado			Valor experimental medido		% Error	
Resistencia	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente
R1:	V1:	I1:	V1:	I1:		
R2:	V2:	I2:	V2:	I2:		
R3:	V3:	I3:	V3:	I3:		
R4:	V4:	I4:	V4:	I4:		

TABLA N° 6: Valores de las resistencias, voltajes y corriente obtenidos en forma teórica y experimental de las conexiones colocadas en serie, paralelo y en serie.

Valor teórico calculado			Valor experimental medido		% Error	
Resistencia	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente
R1:	V1:	I1:	V1:	I1:		
R2:	V2:	I2:	V2:	I2:		
R3:	V3:	I3:	V3:	I3:		
R4:	V4:	I4:	V4:	I4:		

## X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimentalmente el arreglos de resistencia en serie y en paralelo en un circuito de corriente alterna.

Se determinó los valores de las resistencias, voltajes y corrientes en un circuito de Corriente alterna en forma teórica y experimental.

## XI. CUESTIONARIO:

¿Se pude utilizar la ecuación de la Ley Ohm en un circuito de corriente alterna? Fundamente porque?



**Semana 16**
**TEMA 15**
**ÓPTICA**
**Nueva generación fibra óptica**

los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio flexibles, del espesor de un pelo del cabello humano. llevan mensajes en forma de haces de luz que realmente pasan a través de ellos de un extremo a otro, donde quiera que el filamento vaya (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción.

las fibras ópticas pueden ahora usarse como los alambres de cobre convencionales, tanto en pequeños ambientes autónomos (tales como sistemas de procesamiento de datos de aviones), como en grandes redes geográficas (como los sistemas de largas líneas urbanas mantenidos por compañías telefónicas).

la mayoría de las fibras ópticas se hacen de arena o sílice, materia prima abundante en comparación con el cobre. con unos kilogramos de vidrio pueden fabricarse aproximadamente 43 kilómetros de fibra óptica.


**FÓRMULAS BÁSICAS**

La luz es una onda electromagnética. Cuando se emite o se absorbe, también manifiesta propiedades de partícula. Es emitida por cargas eléctricas aceleradas. La rapidez de la luz es una constante física fundamental.

Cuando se transmite luz de un material a otro, la frecuencia de la luz no se altera, pero la longitud de onda y la rapidez de onda pueden cambiar. El índice de refracción  $n$  de un material es la razón de la rapidez de la luz en un vacío  $c$  respecto a su rapidez  $v$  en un material. Si  $\lambda_0$  es la longitud de onda en un vacío, la misma onda tiene una longitud de onda  $\lambda$  más corta en un medio con un índice de refracción  $n$ .

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

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

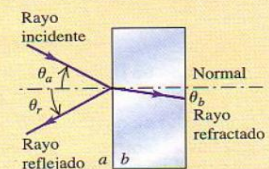
En una interfaz lisa entre dos materiales ópticos, los rayos incidente, reflejado y refractado, así como la normal a la interfaz, yacen todos en un solo plano llamado plano de incidencia. La ley de reflexión establece que los ángulos de incidencia y de reflexión son iguales. La ley de refracción relaciona los ángulos de incidencia y de refracción con los índices de refracción de los materiales. Los ángulos de incidencia, reflexión y refracción siempre se miden a partir de la normal a la superficie.

$$\theta_r = \theta_a$$

(ley de reflexión)

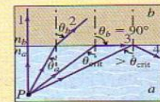
$$n_a \sin \theta_a = n_b \sin \theta_b$$

(ley de refracción)



Cuando un rayo se propaga en un material de índice de refracción mayor  $n_a$  hacia un material de índice más pequeño  $n_b$ , hay reflexión total interna en la interfaz cuando el ángulo de incidencia excede el ángulo crítico  $\theta_{crit}$ .

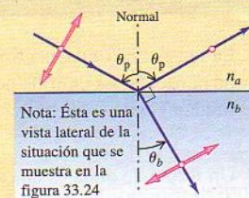
$$\sin \theta_{crit} = \frac{n_b}{n_a}$$



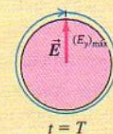
Cuando incide luz no polarizada en una interfaz entre dos materiales, la ley de Brewster establece que la luz reflejada se polariza totalmente en dirección perpendicular al plano de incidencia (paralela a la interfaz) si el ángulo de incidencia es igual al ángulo de polarización  $\theta_p$ .

$$\tan \theta_p = \frac{n_b}{n_a}$$

(ley de Brewster)



Cuando se superponen dos ondas linealmente polarizadas con cierta diferencia de fase, el resultado es luz circular o elípticamente polarizada. En este caso el vector  $\vec{E}$  no está confinado a un plano que contiene la dirección de propagación, sino que describe círculos o elipses en planos perpendiculares a la dirección de propagación.

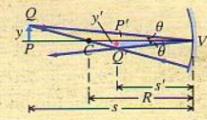


Cuando divergen rayos a partir de un punto de objeto  $P$  y son reflejados o refractados, la dirección de los rayos salientes es la misma que si hubiesen divergido desde un punto  $P'$  conocido como punto de imagen. Si convergen en realidad en  $P'$  y divergen nuevamente más allá de ese punto,  $P'$  es una imagen real de  $P$ ; si sólo parecen divergir a partir de  $P'$ , se trata de una imagen virtual. Las imágenes pueden ser derechas o invertidas.

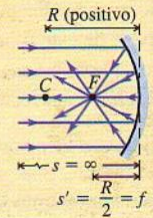


En cualquier situación de reflexión o refracción, el aumento lateral  $m$  se define como la razón de la altura de la imagen  $y'$  respecto a la altura del objeto  $y$ . Cuando  $m$  es positivo, la imagen es derecha; cuando  $m$  es negativo, la imagen es invertida.

$$m = \frac{y'}{y}$$



El punto focal de un espejo es el punto donde los rayos paralelos convergen después de reflejarse en un espejo cóncavo, o bien el punto desde el que parecen divergir después de reflejarse en un espejo convexo. La rayos que divergen a partir del punto focal de un espejo cóncavo son paralelos después de reflejarse, al igual que los rayos que convergen hacia el punto focal de un espejo convexo. La distancia del punto focal al vértice se llama distancia focal y se denota con  $f$ . Los puntos focales de una lente se definen de modo análogo.



En la tabla que sigue se resumen las fórmulas de distancia de objeto  $s$  y distancia de imagen  $s'$  correspondientes a espejos planos y esféricos y superficies refractivas individuales. La ecuación referente a una superficie plana se obtiene de la ecuación correspondiente aplicable a una superficie esférica fijando  $R = \infty$ .

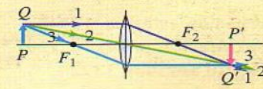


	Espejo plano	Espejo esférico	Superficie refractiva plana	Superficie refractiva esférica
Distancias de objeto y de imagen	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = 0$	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f}$	$\frac{n_a}{s} + \frac{n_b}{s'} = 0$	$\frac{n_a}{s} + \frac{n_b}{s'} = \frac{n_b - n_a}{R}$
Aumento lateral	$m = -\frac{s'}{s} = 1$	$m = -\frac{s'}{s}$	$m = -\frac{n_a s'}{n_b s} = 1$	$m = -\frac{n_a s'}{n_b s}$

La relación entre objeto e imagen, dada por la ecuación  $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$ , es la misma en el caso de una lente delgada que en el de un espejo esférico. La ecuación  $\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$  la ecuación del fabricante de lentes, relaciona la distancia focal de una lente con su índice de refracción y los radios de curvatura de sus superficies.

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$



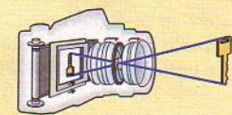
Las reglas de signos siguientes se aplican a todas las superficies reflectoras y refractivas tanto planas como esféricas.

- $s > 0$  cuando el objeto está del lado entrante de la superficie (objeto real);  $s < 0$  en caso contrario.
- $s' > 0$  cuando la imagen está del lado saliente de la superficie (imagen real);  $s' < 0$  en caso contrario.
- $R > 0$  cuando el centro de curvatura está del lado saliente de la superficie;  $R < 0$  en caso contrario.
- $m > 0$  cuando la imagen es derecha;  $m < 0$  cuando es invertida.

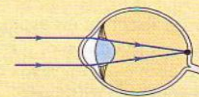
Una cámara fotográfica forma una imagen real, invertida y reducida del objeto que se fotografía sobre una superficie sensible a la luz. La cantidad de luz que incide en la superficie se regula mediante la velocidad del obturador y la abertura. La intensidad de esta luz es inversamente proporcional al cuadrado del número  $f$  de la lente.

$$\text{Número } f = \frac{\text{Longitud focal}}{\text{Diámetro de apertura}}$$

$$= \frac{f}{D}$$

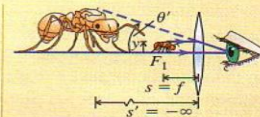


En el ojo, la refracción en la superficie de la córnea forma una imagen real en la retina. El ajuste por las diversas distancias de objeto se lleva a cabo oprimiendo el (lente) cristalino para que se abombe y, de este modo, disminuya su distancia focal. Un ojo miope es demasiado largo en relación con su cristalino; un ojo hipermetrope es demasiado corto. La potencia de una lente correctiva, en dioptrías, es el recíproco de la distancia focal en metros.

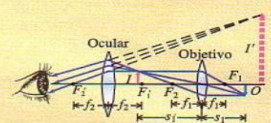


La lente de aumento simple crea una imagen virtual cuyo tamaño angular  $\theta'$  es mayor que el tamaño angular  $\theta$  del objeto mismo a una distancia de 25 cm, la distancia nominal más corta para una visión cómoda. El aumento angular  $M$  de una lente de aumento simple es la razón del tamaño angular de la imagen virtual respecto al tamaño angular del objeto a esta distancia.

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{25 \text{ cm}}{f}$$



En un microscopio compuesto, la lente objetivo forma una primera imagen en el cañón del instrumento, y el ocular forma una imagen virtual final, que suele hallarse en el infinito, de la primera imagen. El telescopio funciona con base en el mismo principio, pero el objeto está muy alejado. En un telescopio de reflexión la lente objetivo se sustituye por un espejo cóncavo, el cual elimina las aberraciones cromáticas.



**GUIA DE PRÁCTICA DE FISICA II N°15**  
**(Tema: Óptica )**

Sección : .....  
Docente : Escribir el nombre del docente  
Unidad: Indicar Unidad Semana: Indicar Semana

Apellidos : .....  
Nombres : .....  
Fecha : ...../...../.....

**INSTRUCCIONES:** resuelve y practique los problemas

**Reflexión y Refracción**

1. Realice un esquema de la trayectoria de un rayo luminoso que incide del aire hacia una cara lateral de un prisma triangular de vidrio. El rayo que incide es paralelo a la base.
2. La longitud de onda de la luz roja de un láser de helio-neón es de 633nm en el aire, y 474nm en el humor acuoso del interior del ojo humano. Calcule el índice de refracción del humor acuoso y la rapidez y frecuencia de la luz en esta sustancia.
3. Un haz paralelo de luz forma un ángulo de  $47,5^\circ$  con la superficie de vidrio que tiene un índice de refracción de 1,66 a) ¿cuál es el ángulo entre la parte reflejada del haz y la superficie del vidrio? b) cual es el ángulo entre el haz refractado y la superficie del vidrio.
4. La luz que se propaga en el aire incide en la superficie de un bloque de plástico a un ángulo de  $62,7^\circ$  respecto a la normal, y se dobla de tal modo que forma un ángulo de  $48,1^\circ$  con la normal en el plástico. Halle la rapidez de la luz en el plástico
5. Bajo que ángulo incide un rayo luminoso sobre la superficie plana de un vidrio, si los rayos reflejados y refractados forman entre si un ángulo recto. la rapidez de la luz en el vidrio es de  $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ .
6. El ángulo crítico para que haya reflexión total interna en cierta interfaz liquido/aire es de  $42,5^\circ$  a) si un rayo de luz que se propaga en el líquido tiene un ángulo de incidencia en la interfaz de  $35^\circ$ , ¿Qué ángulo forma con la normal el rayo refractado en el aire?
7. Un rayo de luz en un diamante (índice de refracción 2,42) incide sobre una interfaz con aire. ¿Cuál es el ángulo máximo que el rayo puede formar con la normal sin que se refleje totalmente de regreso hacia el diamante?
8. En un laboratorio de física, un haz de luz con una longitud de onda de 490nm se propaga en aire de una laser a una fotocelda en 17ns. Cuando se coloca un bloque de vidrio de 0,84m de espesor ante el haz de luz, de modo que el haz incida a lo largo de la normal a las caras paralelas del bloque, la luz tarda 21,2ns en viajar del láser a la fotocelda. Cuál es la longitud de onda de la luz en el vidrio
9. Un haz delgado de luz que se propaga en aire incide en la superficie de una placa de cristal de lantano con un índice de refracción de 1,8 ¿cuál es el ángulo de incidencia  $\theta$  respecto a esta placa con el cual el ángulo de refracción es  $\theta/2$ ? Ambos ángulos se miden con respecto a la normal.

**Espejos planos**

10. Un muchacho de 1.60m de altura ve su imagen en un espejo plano vertical situado a una distancia de él igual a 3m. Los ojos del muchacho se encuentran a 1.5m del suelo. Calcular el tamaño del espejo y la altura a la cual debe colgarlo para ver su imagen completa.
11. Dos personas A y B se encuentran frente a un espejo. "A" observa su imagen a 1.5m de distancia. En tanto que observa la imagen de "B" en una dirección que forma un ángulo de  $30^\circ$  con el espejo y a 4.5m. Hallar la distancia de "B" al espejo.
12. Dos espejos planos forman un cierto ángulo  $\alpha$ . Demostrar que cualquier rayo luminoso, que incide sobre uno de los espejos y luego se refleja en el otro, emerge con una desviación constante  $\beta = 2\alpha$ .

**Espejos esféricos**

**GUIA DE PRACTICA DE LABORATORIO DE FISICA II**
**Laboratorio N° 10: Osciloscopio**

Sección : .....

Docente : Escribir el nombre del docente

Apellidos : .....

Nombres : .....

Fecha : .././..... Duración: ...80 minutos.

Tipo de práctica: Grupal

**Instrucciones:** Lea con detenimiento la guía antes de realizar la parte experimental; y siga las instrucciones del experimento.

**I. TEMA**

Manejo del osciloscopio para visualizar las ondas de una tensión continua y alterna

**II. PROPOSITO**

Visualizar el tipo de onda que genera una tensión continua y una tensión alterna, mediante el uso de un osciloscopio

**III. OBJETIVOS**

Diferencia las tensiones (voltajes) continuos y alternos con un osciloscopio digital.

Analizar las ondas de voltaje obtenidos de las pruebas.

**IV. FUNDAMENTO TEORICO**

El osciloscopio es un instrumento de medición electrónico que representa de forma gráfica las señales eléctricas (voltaje) y como varían con el tiempo.

Un osciloscopio está compuesto, básicamente, de dos tipos de controles, uno para la escala de voltaje y otro para la escala de corriente, que son utilizados como reguladores que ajustan la señal de entrada; que permiten medir en la pantalla y de esta manera se puede ver la forma de la señal medida. En conclusión el osciloscopio es un instrumento que nos permitirá ver la variación de una señal de voltaje con respecto al tiempo.

Los osciloscopios, clasificados según su funcionamiento interno, pueden ser tanto analógicos como digitales



Osciloscopio analógico



Osciloscopio digital

**V. MATERIALES Y EQUIPOS**

Para el desarrollo del tema, los alumnos utilizaran lo siguiente:

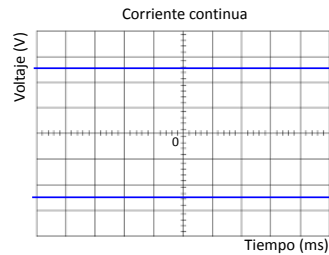
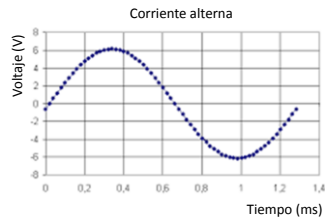
Nº	DESCRIPCIÓN	MODELO	CANTIDAD
01	Fuente de alimentación regulable de Corriente continua.		01
02	Fuente de alimentación regulable de Corriente alterna		01
03	Osciloscopio	Scopemeter Fluke 192 // 123	03
04	Bornes de osciloscopio		03


**VI NOTAS DE SEGURIDAD**

Tener precaución en la instalación del osciloscopio; así como su manejo de dicho equipo

**VII. CÁLCULOS A REALIZAR**



De los gráficos visualizados de las ondas de los voltajes; determinar el periodo, la longitud de onda, la máxima elongación y el ángulo de fase.




## VIII. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Preparación del equipo

Conectar el cargador de la batería del osciloscopio y posteriormente los bornes al canal que vamos a usar (INPUT A).

<p>Panel frontal del Osciloscopio FLUKE 192 Se procede a conectar el borne en el canal A (INPUT A)</p>	<p>Vista frontal del osciloscopio con los bornes y cargador batería conectados</p>
	

1. Encender el osciloscopio presionando por un momento la tecla de encendido 

2. Presionar la tecla SCOPE 2 veces para la función osciloscopio 

3. Para apagar el osciloscopio; presionar la tecla 


### I. Gráfico de una tensión continua con el osciloscopio.

- Presionar la tecla (A) del menú del osciloscopio; para configurar el canal que se va a usar. Verificamos en la pantalla los valores:
- Presionar F2 para seleccionar DC
- Verificar los siguientes valores:

Input A : On      Coupling: DC (Corriente Directa ó Continua)      Probe: A

10.1

Input A Options (Sensibilidad)

- Presionar la tecla (A) para retornar al Gráfico
- encender la fuente de voltaje regulable de C.D. y regular a 10V moviendo la perilla (potenciómetro).
- Procede a conectar la fuente de voltaje, EL osciloscopio.
  - Cable rojo con borne rojo, Cable negro con borne negro
- Presionar (auto manual)
- Ver pantalla y visualizar la gráfica de una recta constante
- Regular la fuente de voltaje a 10 V.
- Para regular la escala de voltaje; presionar la tecla (mV Range V).
- Para regular la escala de tiempo: Presionar la tecla (S Time nS)
- Para mantener la pantalla presionar (HOLD/RUN)
- Para poder analizar la curva; presionar (< MOVE >)
- Apagado del sistema: Apague la fuente de voltaje. Desconecte los bornes de la fuente y presione la tecla 

Hacer las mediciones de 5 valores; de distintos voltajes continuos

### II. Gráfico de una tensión alterna con el osciloscopio.

- Conectar la bornera, hacia los puertos AC de la fuente de voltaje alterna
  - Encender la fuente de voltaje de corriente alterna
  - Mover el selector a 3 V (Opción 1)
  - Conectar al osciloscopio.
  - Presionar la tecla (A) del menú del osciloscopio; para configurar el canal que se va a usar. Verificamos en la pantalla los valores:
  - Presionar F2 para seleccionar DC
  - Verificar los siguientes valores:
- Input A : On  
Coupling: AC (Corriente alterna)

Probe: A

10.1 (Sensibilidad)

Input A Options

- Presionar (AUTO/MANUAL)
  - Visualizar en la pantalla, la onda sinusoidal
  - Para poder analizar la onda; llevar el valor de la onda en cero:  
Presionar la tecla horizontal (< MOVE >)      Visualizar en la abscisa el periodo ( $T= 16 \text{ ns}$ )  
presionar la tecla (HOLD/RUN)
  - Del gráfico observado; determinar: a) Longitud de onda; b) Amplitud de onda, c) Periodo, c) Frecuencia, d) Velocidad de propagación, e) Frecuencia angular y f) Número de onda.
- Apagado del sistema: Apague la fuente de voltaje. Desconecte los bornes de la fuente y presione la tecla



Hacer las mediciones de 5 valores distintos de voltajes alternos.

## X. CONCLUSIONES

Se Comprobó en forma experimental las líneas de ondas de una tensión continua y alterna

## XI. CUESTIONARIO:

Explique la diferencia entre un voltaje continuo y alterno

Explique la diferencia entre una corriente continua y alterno

**BIBLIOGRAFÍA****BÁSICA**

- Francis W. Sears, Mark W. Zemansky, Hugh D. Young y Roger A. Freedman. **Física Universitaria**. Vol 1 y 2. XI Edición Pearson Education; México; 2012.
- Raymond A. Serway y John W. Jevett. Física para Ciencias e Ingenierías. Vol 2. VI Edición. Editorial Thomson; 2002.

**COMPLEMENTARIA**

- Paul A.Tipler y Gene Mosca. Física para la Ciencia y la Tecnología. Vol. 2. V Edición. Editorial Reverte.- 2006.
- David Halliday y Robert Resnick. Física para Estudiantes de Ciencias e Ingeniería. Tomo II, Editorial Continental S.A; México; 2000.
- Harris Benson. Física Universitaria. Vol. II. Editorial CECSA; 2000.

**RECURSOS DIGITALES**

- Cárdenas L, R. Portafolio. Global Network Content Services LLC, DBA Noticias Financieras LLC 2009.
- <http://search.proquest.com/docview/334473538?accountid=146219>
- Villarroel G, C. Electromagnetism; Engineering. Revista Chilena de Ingeniería 2008
- <http://search.proquest.com/docview/203587371?accountid=146219>
- Zamorano R, G. Circuits. Modelización analógica en la enseñanza de circuitos de corriente continua/Analogical modeling in the teaching of steady current circuits  
<http://search.proquest.com/docview/196938828?accountid=146219>