

Anexo

Cambio de unidades y prefijos

10^{24}	yota	Y
10^{21}	zeta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10	deca	da

10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	fento	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

1 Cal = 4,18 Joule

Relaciones matemáticas

Volúmenes, superficies y perímetros.

	Volumen	Superficie	Perímetro
Esfera de radio r	$\frac{4}{3}\pi r^3$	$4\pi r^2$	
Cilindro de altura h y radio de tapas r	$4\pi r^2 h$	del cuerpo: $2\pi r h$ de cada tapa: πr^2	
Círculo de radio r	πr^2		$2\pi r$

Álgebra de vectores:

$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$

$|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$

$\vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}$

$\vec{A} \pm \vec{B} = (A_x \pm B_x) \hat{i} + (A_y \pm B_y) \hat{j} + (A_z \pm B_z) \hat{k}$

Producto escalar o punto (el resultado es un escalar)

$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \vartheta$

Producto vectorial o cruz (el resultado es un vector en la dirección perpendicular al plano que forman los dos vectores que se multiplican):

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = (A_y B_z - A_z B_y)\hat{i} - (A_x B_z - A_z B_x)\hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\hat{k}$$

Módulo del vector resultante (escalar): $|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin \theta$

Relaciones trigonométricas:

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos(2\alpha)}{2}$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos(2\alpha)}{2}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

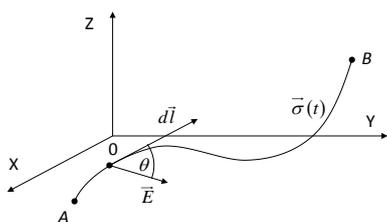
$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha + \cos \beta = 2 \cos\left(\frac{\theta - \beta}{2}\right) \sin\left(\frac{\theta + \beta}{2}\right)$$

Integrales de línea y superficie

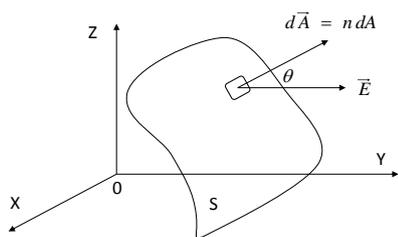
Considerando un campo vectorial $\vec{E}(x, y, z) = E_x(x, y, z)\hat{i} + E_y(x, y, z)\hat{j} + E_z(x, y, z)\hat{k}$

Integral de línea:



$$I = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{t_A}^{t_B} \vec{E}(\vec{\sigma}(t)) \cdot \frac{d\vec{\sigma}(t)}{dt} dt$$

Integral de superficie:



$$\Phi = \iint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \iint_S \vec{E} \cdot \hat{n} dA$$

Cambio de variables en la integración

Coordenadas	Diferencial de área	Diferencial de Volumen
cartesianas	$dA = dx dy$	$dV = dx dy dz$
cilíndrica, con z constante	$dA = r dr d\theta$	$dV = r z dr d\theta$
esféricas	$dA = r^2 \sin \varphi d\theta d\varphi$	$dV = r^2 \sin \varphi dr d\theta d\varphi$

Operadores diferenciales en coordenadas cartesianas

$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{k}$$

Aplicado en función escalar

$$\vec{\nabla} f(x, y, z) = \frac{\partial f(x, y, z)}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial f(x, y, z)}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial f(x, y, z)}{\partial z} \hat{k} \quad \text{gradiente de } f$$

$$\nabla^2 f(x, y, z) = \frac{\partial^2 f(x, y, z)}{\partial x^2} \hat{i} + \frac{\partial^2 f(x, y, z)}{\partial y^2} \hat{j} + \frac{\partial^2 f(x, y, z)}{\partial z^2} \hat{k} \quad \text{laplaciano de } f$$

Aplicado a una función vectorial (campo)

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E}(x, y, z) = \frac{\partial E_x(x, y, z)}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial E_y(x, y, z)}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial E_z(x, y, z)}{\partial z} \hat{k} \quad \text{divergencia de } \vec{E}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E}(x, y, z) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix} = \left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) \hat{i} - \left(\frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} \right) \hat{j} + \left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) \hat{k} \quad \text{rotor de } \vec{E}$$

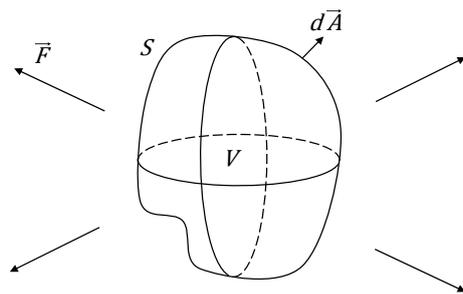
$$\begin{aligned} \nabla^2 \vec{E}(x, y, z) &= \frac{\partial^2 \vec{E}(x, y, z)}{\partial x^2} \hat{i} + \frac{\partial^2 \vec{E}(x, y, z)}{\partial y^2} \hat{j} + \frac{\partial^2 \vec{E}(x, y, z)}{\partial z^2} \hat{k} \\ &= \nabla^2 E_x(x, y, z) \hat{i} + \nabla^2 E_y(x, y, z) \hat{j} + \nabla^2 E_z(x, y, z) \hat{k} \quad \text{laplaciano de } \vec{E} \end{aligned}$$

Teoremas del análisis

Teorema de Gauss

Sea V un volumen limitado por una superficie cerrada S . Sea \vec{F} un campo vectorial suave en el volumen, entonces

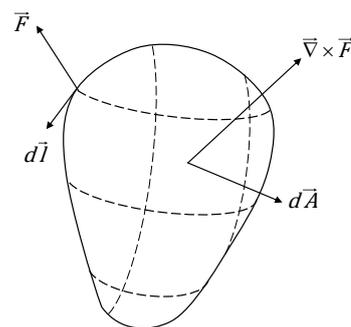
$$\oint_S \vec{F} \cdot d\vec{A} = \int_V (\vec{\nabla} \cdot \vec{F}) dV$$



Teorema de Stokes.

Sea S una superficie orientada y C la curva frontera orientada de S (según $d\vec{l}$). Sea \vec{F} un campo vectorial suave en el volumen, entonces

$$\oint_C \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_S (\vec{\nabla} \times \vec{F}) \cdot d\vec{A}$$



CONCEPTOS DE FÍSICA

Velocidad y aceleración.

Sea una magnitud $f(t)$, se define: **velocidad de $f(t)$** : $\frac{df}{dt}$, **aceleración de $f(t)$** : $\frac{d^2f}{dt^2}$

Leyes de Newton.

Primera ley.

Toda partícula permanece en su estado de reposo, o con velocidad uniforme en línea recta, a menos que actúe sobre ella una fuerza neta. Esta es la definición de Sistema de Referencia desde el cual la partícula puede permanecer en reposo.

Segunda Ley.

La relación de cambio con el tiempo de la cantidad de movimiento lineal de una partícula es igual a la fuerza neta que actúa sobre la partícula.

$$\sum_{i=1}^N \vec{F}_i = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m \vec{a}$$

Tercera ley.

Cuando una partícula interactúe con otra, se ejerce una fuerza de igual magnitud, en la misma dirección, pero en sentido opuesto actuando cada fuerza en la partícula correspondiente.

Trabajo de una fuerza:

$$W(A \rightarrow B) = \int_A^B \vec{F}_{Neta} \cdot d\vec{l}$$

Teorema de trabajo y energía:

$$W = \int_A^B \vec{F}_{Neta} \cdot d\vec{l} = \Delta E_{cinética}$$

Energía potencial:

$$W_{conservativa} = \int_A^B \vec{F}_{conservativa} \cdot d\vec{l} = \Delta E_{potencial}$$
$$\oint \vec{F}_{conservativa} \cdot d\vec{l} = 0$$

Constantes

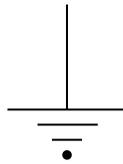
carga del electrón	$-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
carga del protón	$1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
campo magnético de la Tierra	$0,5 \times 10^{-4} \text{ T}$
constante de Coulomb	$K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
constante gravitatoria	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
masa del electrón	$9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
masa del protón	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
masa de la Tierra	$5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
permitividad del vacío	$\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$
permeabilidad del vacío	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$
radio de la Tierra	$6,378 \times 10^3 \text{ km}$

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

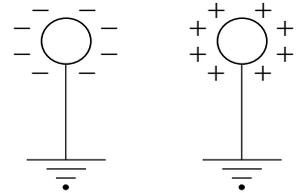
TRABAJO PRÁCTICO Nº 1. CARGA ELÉCTRICA.

- Las siguientes cuestiones ayudan a comprender el proceso de descarga a tierra.
 - ¿Por qué un cuerpo **metálico esférico cargado** aislado tiene distribución superficial uniforme de carga?
 - Considere dos esferas **metálicas idénticas**, a las que denotaremos por 1 y 2. La 1 está inicialmente cargada y la 2 neutra. Suponga que primero se las pone en contacto y luego se las separa. ¿Habrá desplazamiento de partículas cargadas durante este proceso? ¿Se modifica la carga total del sistema? ¿Cómo resultarán, comparativamente, las cargas finales de ambas esfera?
 - Responda nuevamente las preguntas del inciso b, si ahora la esfera 2 tiene radio mayor que la 1.
 - De acuerdo al razonamiento desarrollado en c), ¿cuál será la carga final de cada esfera si la 2 tuviera un radio millones de veces mayor que la 1?

La Tierra puede ser considerada como una esfera conductora gigante y prácticamente descargada. Por tanto, cuando una esfera metálica de dimensiones típicas de nuestra vida cotidiana se conecta con la tierra, el sistema se pone en condiciones del inciso d. La conexión puede hacerse mediante un alambre conductor o simplemente tocando la esfera con la mano ya que nuestro cuerpo es conductor. El proceso en conjunto se denomina descarga a tierra y se representa mediante el siguiente símbolo:

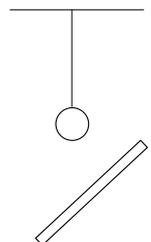


- Indique el sentido en que se mueven los electrones (portadores móviles) para los casos de la figura, donde se representan esferas conductoras.



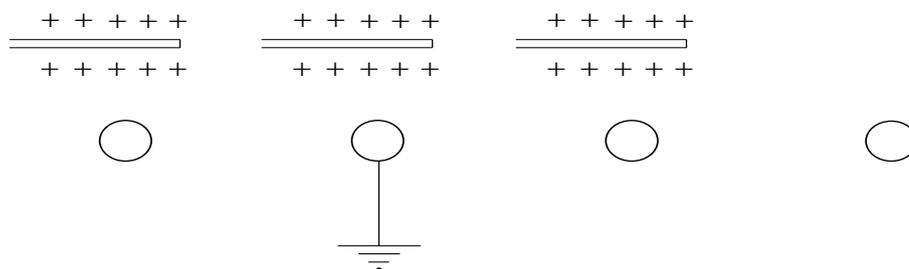
- Si sobre una alfombra de nylon en un día seco frota sus pies y luego toca un objeto metálico (una manija de puerta o el marco de una puerta metálico), ¿qué le ocurre? ¿Cómo puede explicarlo? Esto se denomina “proceso de carga por frotamiento”. Analice con que signo queda cargado cada objeto (para este caso la alfombra y Usted).

- Considere una bolita metálica suspendida por un hilo.
 - ¿Qué sucede con la bolita cuándo se le acerca una barra cargada? ¿Depende, lo que sucede, del tipo de carga de la barra?
 - Si ahora con la barra se toca la bolita, ¿qué sucede? Esto se denomina “proceso de carga por contacto”. Analice con qué signo queda cargado cada objeto (para este caso la bolita y la barra).



FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

4. En la figura se indican los pasos para “proceso de carga por inducción” de un cuerpo metálico inicialmente descargado. Complete cada paso dibujando en forma aproximada la distribución de las cargas. Finalizada la secuencia, compare el signo de la carga del cuerpo metálico con el signo de la carga en la barra inductora.



5. Calcule cuántos electrones se necesitan para obtener una carga de $1C$.

Rta: $n = 6,25 \cdot 10^{18}$

6. Elija de las siguientes afirmaciones cuál o cuáles considera correctas

a) Cuándo se dice que la carga eléctrica está cuantificada, significa que:

- I. existe una carga mínima no nula.
- II. toda carga eléctrica es múltiplo entero de una carga eléctrica elemental.
- III. la carga eléctrica es una magnitud continua.

b) Decir que la carga eléctrica de un sistema se conserva significa que:

- I. su valor no cambia con el tiempo.
- II. la suma algebraica de las cargas es constante.
- III. la suma de cargas positivas y la suma de cargas negativas son constantes separadamente.

7. Dos esferas conductoras idénticas (a las que rotularemos como 1 y 2) tienen igual carga y se mantienen en posiciones fijas de modo que la distancia entre ellas es muy grande comparada con sus diámetros. Las mismas se repelen entre sí con una fuerza de 100 N . Una tercera esfera (a la que llamaremos 3) es también idéntica a las otras dos, se encuentra inicialmente descargada y sostenida por un mango aislante. Luego ocurre la siguiente sucesión de contactos: Primero se toca la esfera 1 con la 3. Sin descargar la esfera 3, se toca con ella a la esfera 2. Finalmente, se retira la esfera 3, quedando sólo las dos primeras. Calcule la fuerza entre las esferas 1 y 2 al final del proceso.

Rta: $37,5\text{ N}$

TRABAJO PRÁCTICO Nº 2. LEY DE COULOMB

1. Considere tres partículas cargadas: una tiene carga $+q$ y se ubica en $(0, 0, 0)$; otra de carga $+q$, se ubica en $(L, 0, 0)$ y la última tiene una carga $-2q$ y se ubica en $(x, y, 0)$.

- ¿Qué ley utiliza para calcular la fuerza debido a la interacción eléctrica que existe entre estas partículas cargadas? Indique qué representa cada término de la ley que utilice.
- Represente en un esquema la fuerza neta que actúa sobre cada partícula, explicitando el principio que utiliza para confeccionarlo.
- ¿Dónde debería ubicarse la tercera carga, para que la fuerza que actúe sobre ella sea nula?

2. En la figura a se muestra dos partículas rígidamente emplazadas separadas una distancia $d = 10 \text{ mm}$. Sus cargas son $Q_1 = Q_2 = -12,4 \mu\text{C}$.

a) Determine la fuerza sobre la partícula 1 debido a la partícula 2. Analice cómo será la fuerza sobre la partícula 2 debido a la partícula 1. Justifique el resultado utilizando alguna ley física.

Ahora se agrega al montaje una tercera partícula de carga $Q_3 = 18,5 \mu\text{C}$ como indica la figura b.

b) ¿Varía la fuerza sobre la partícula 1 debido a la partícula 2? Justifique el resultado utilizando alguna ley física.

c) Determine la fuerza neta sobre la partícula 1.

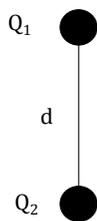


Figura a

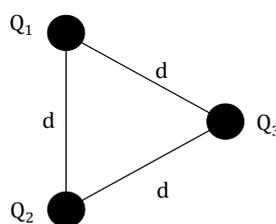


Figura b

Rta: a) $13.838,4 \text{ N}$; c) $(17.880, 3.515,4) \text{ N}$

3. Suponga que dos electrones se encuentran en posiciones fijas de modo que la distancia entre ellos es D . En estas condiciones, se dan interacciones tanto eléctricas como gravitatorias. Determine cuantas veces mayor resulta una que otra. ¿Cuál debería ser la masa de un electrón para que esas fuerzas se equilibren?

Rta: $4,2 \cdot 10^{42}$; $1,8 \cdot 10^{-9} \text{ Kg}$

4. Dos esferas pequeñas (digamos de 1 cm^3 de volumen) posee cada una carga positiva de 1 C . Para evitar el alejamiento por repulsión electrostáticamente las esferas se las ata mediante una cuerda de 1 m de largo.

a) Calcule la tensión de la cuerda.

b) Si el material con que está hecha la cuerda resiste hasta un esfuerzo de 1000 kg/cm^2 , determine la sección de la cuerda. Discuta el resultado.

Rta: a) $9 \cdot 10^9 \text{ N}$; b) 92 m^2 .

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

5. Dos esferas idénticas de masa 11,2 gr cuelgan de un mismo punto del techo, mediante hilos de seda de igual longitud 122 cm. Las esferas poseen cargas iguales de magnitud 3,4 nC, relativamente pequeñas como para que la separación por repulsión electrostática sea mucho menor que la longitud de los hilos.

- Bajo las condiciones mencionadas, encuentre la distancia de separación entre las esferas.
- Si las esferas son conductoras explique qué sucede después de descargar una de ellas. Encuentre la nueva posición de equilibrio.

Rta: a) 13 mm; b) 8 mm

6. Cuatro partículas cargadas idénticas ($1 \mu\text{C}$) están dispuestas en los vértices de un cuadrado (0,2 m).

- Halle la fuerza sobre la partícula del vértice inferior izquierdo que ejercerán las restantes.
- ¿Cuánto vale la fuerza sobre las restantes partículas? Trate de responder utilizando el resultado anterior.

Rta: (8,2; 8,2) N

7. Dos partículas cargadas, cuyas cargas son Q_0 y $-3Q_0$, se encuentran separadas una distancia L . Pueden moverse libremente pero no lo hacen porque cerca de ellas se encuentra una tercera partícula cargada.

- Encuentre la posición de dicha partícula y su carga en términos de las constantes Q_0 y L .
- Determine la fuerza neta sobre la tercera partícula.
- ¿Será estable el equilibrio del sistema completo? Justifique.

Rta: a) 1,37 L de Q_0 y a 2,37 de $3Q_0/5,62Q_0$; b) 0 N.

8. Considere el sistema formado por dos partículas cargadas (q y Q), con masas respectivamente m y M ($M \gg m$), liberadas en reposo cuando la distancia entre ellas es L . Determine la velocidad de la partícula de menor masa cuando la distancia entre ambas partículas es x . Analice los casos en que ambas cargas tienen el mismo signo o signos contrarios.

$$\text{Rta: } \sqrt{\frac{2kqQx}{(L-x)Lm}}$$

9. Un conductor rectilíneo de longitud L está cargado uniformemente con una carga Q . Calcule la fuerza resultante sobre una partícula cuya carga es $-q$ situada a una distancia S sobre la prolongación de un extremo del conductor.

$$\text{Rta: } F = \frac{kqQ}{(L+S)S}$$

10. Un aro de radio 3 cm posee una carga total de 10^{-3} C, distribuida uniformemente.

- ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre una partícula cargada de 10^{-2} C ubicada en el centro del anillo?
- ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre la misma partícula, ubicada en un punto sobre el eje del anillo a una distancia de 4 cm de su centro?

Rta: a) 0 N; b) (2,8; 0) N.

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<http://es.slideshare.net/jontalci/ley-de-coulomb>

<https://id12a.wikispaces.com/APLICACIONES+DE+LA+ELECTROESTATICA>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 3. CAMPO ELECTROESTÁTICO

1. En base a la definición de campo electrostático y teniendo en cuenta la factibilidad de medir el campo en sentido práctico, analice las siguientes afirmaciones, justifíquelas e ilustre con ejemplos.

- Resulta práctico que el objeto cargado, que se va a utilizar como testeador del campo electrostático, sea una la partícula. En este modelo “la partícula de prueba cargada” debe ser de dimensiones muy pequeñas comparadas con elemento que genera el campo electrostático.
- La carga residente en la partícula de prueba debe ser de magnitud tan pequeña como sea posible.
- Es conveniente (aunque no imprescindible) que la carga residente en la partícula de prueba sea positiva.

2. Evalúe si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Justifique sus respuestas¹.

- El campo electrostático en el interior de un conductor macizo es siempre cero.
- El campo electrostático en el interior de una corteza conductora esférica uniformemente cargada es cero.
- Si no existe ninguna carga en una región del espacio, el campo electrostático debe ser cero.
- Si la carga neta de un conductor es cero, la densidad de carga debe ser cero en todos los puntos de la superficie.
- El campo electrostático puede llegar a anularse en la vecindad de dos partículas cargadas idénticas.
- El campo electrostático puede llegar a anularse en la vecindad de dos partículas cargadas, con igual modulo pero diferente signo.

3. Dos partículas con cargas de $5 \mu\text{C}$ y $-10 \mu\text{C}$, están rígidamente sostenidas con una separación 1 m.

- Determine el campo electrostático en un punto situado a 0,6 m de la primera partícula y a 0,8 m de la segunda.
- ¿En qué punto resultará nulo el campo electrostático debido a estas partículas?
- Determine el punto sobre la línea que une ambas partículas donde las partículas contribuyen con campos exactamente iguales.

Rta: a) $(1,87 \cdot 10^5; 1,56 \cdot 10^5)$ N/C

b) 3,4 m a la izquierda de la carga positiva.

c) 0,4 m a la derecha de la carga positiva.

4. Compare las fuerzas que actuarían sobre un electrón y un protón libres y en reposo en un dado Sistema de Referencia, bajo la acción de un mismo campo electrostático. Compare las correspondientes aceleraciones.

5. Cada una de las partículas que componen un dipolo eléctrico tienen un valor absoluto de $0,5 \text{ nC}$, se encuentran separadas de 1 mm. Calcule el campo electrostático en un punto del plano de simetría del dipolo, situado a 10 cm de su centro.

Rta: $(4,5; 0)$ N/C

¹En caso que su respuesta sea "verdadero", su justificación debe ser un razonamiento general basado en leyes o principios físicos. Si su respuesta es "falso", como justificación bastará un contraejemplo.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

6. Un ión de cloro de carga $-e$ se sitúa frente a una molécula de agua, cuyo momento dipolar eléctrico apunta exactamente al ión. La distancia entre ambas partículas es de $5 \cdot 10^{-8}$ m. El módulo del momento dipolar eléctrico de la molécula de agua es $6,17 \cdot 10^{-30}$ C m. Encuentre la fuerza eléctrica ejercida por la molécula sobre el ión. ¿Es una fuerza atractiva o repulsiva?²

Rta: $7,1 \cdot 10^{-17}$ N

7. Dibuje las líneas de campo para las siguientes distribuciones:

- Dipolo eléctrico.
- Dos partículas idénticas cargadas negativamente.
- Dos partículas cargadas con distinto signo tales que el valor absoluto de una de ellas es cinco veces mayor que el de la otra.
- Cuatro partículas idénticas cargadas positivamente situadas en los vértices de un cuadrado.

En el siguiente link puede comprobar sus predicciones.

http://phet.colorado.edu/sims/charges-and-fields/charges-and-fields_en.html

8. Una partícula cargada se coloca en un punto del espacio donde existe un campo electrostático. ¿Coincidirá la trayectoria de la partícula con una línea de campo? Analice los siguientes casos y discuta similitudes y diferencias:

- Cuando el campo es producido por una partícula cargada.
- Cuando el campo es producido por un dipolo eléctrico.

Analice los casos en que es dejada en reposo y en aquellos en que tiene una cierta velocidad respecto a un dado Sistema de Referencia.

En el siguiente link puede descargar el programa “Campos” para simular las situaciones anteriores.

<http://catedrafisica2.blogspot.com.ar/search/label/Programas%20y%20Simulaciones>

9. Cuando se aborda la resolución de un problema de electrostática es importante detenerse a analizar la distribución de cargas presentes. Teniendo en cuenta esto, plantee una expresión que le permita calcular el campo electrostático generado por las distribuciones planteadas en cada uno de los siguientes casos y realice un esquema donde represente dichas distribuciones de cargas involucradas y el campo electrostático generado.

- Un hilo de longitud L uniformemente cargado con densidad lineal λ ($dq = \lambda dl$), calcule el campo electrostático en la bisectriz del hilo.
- Extienda el caso anterior en que la longitud L tienda a infinito.
- Calcule el campo electrostático sobre el eje de un anillo de radio R uniformemente cargado con densidad lineal λ . Analizar el campo a una distancia del anillo mucho mayor que el radio R .
- Extienda el análisis anterior al caso de un disco de radio R uniformemente cargado con densidad superficial σ ($dq = \sigma dS$). Puede pensarse al disco compuesto por infinitos anillos.
- Extienda el análisis anterior al caso de un plano infinitamente extendido (R tendiendo a infinito).

$$\text{Rta: a) } E_y = \frac{k\lambda}{y} (\cos\theta_1 - \cos\theta_2); \text{ b) } E_y = \frac{2k\lambda}{y}$$

²Observe que la distancia entre la molécula y el ión es mucho mayor que las dimensiones atómicas o moleculares. Por lo tanto cabe modelar la molécula de agua como un dipolo y el ión de cloro como una partícula cargada.

$$c) E_y = \frac{kQa}{(R^2+a^2)^{3/2}}$$

$$d) E_y = 2\pi k\sigma a \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{(R^2+a^2)^{1/2}} \right)$$

$$e) E_y = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

10. Modelando las caras de las placas como láminas no conductoras infinitas y aplicando el principio de superposición calcule el campo eléctrico en todo punto del espacio, generado por:

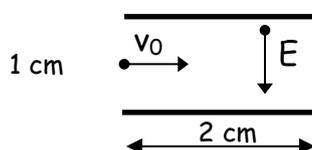
- a) una placa conductora cargada negativamente.
- b) dos placas conductoras cargadas con cargas q y $-q$, separadas una distancia d .

11. Una carga lineal uniforme se extiende desde $x = -2,5$ cm a $x = +2,5$ cm y posee una densidad de carga lineal = $4,5$ nC/m.

- a) Halle la carga total y el campo electrostático en $(4,0)$ y en $(0,4)$.
- b) Se coloca, ahora, una carga puntual de $10 \mu\text{C}$ en el punto $(0,8)$, calcule el valor del campo electrostático en el punto $(4,0)$.

Rta: a) $E_x = 2.076,92$ N/C; $E_y = 951,75$ N/C

12. Con una velocidad $v_0 = 10^7$ m/s se lanza un electrón, en una región confinada por dos placas paralelas, donde existe un campo eléctrico vertical hacia abajo, tal como se indica en la figura. Halle la intensidad del campo eléctrico sabiendo que el electrón ingresa por un punto situado a igual distancia de las placas y pasa justamente por el borde de la lámina superior cuando egresa de dicha región.



Rta: 3.554 N/C

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<http://www.ieslaasuncion.org/fisicaquimica/fislets/campo4.html>

<https://cuantozombi.com/2012/10/01/el-experimento-de-thompson/>

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/elecsmagnet/millikan/millikan.html>

<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/electro/jaula.html>

<http://www.backyardbrains.cl/experiments/faraday>

<https://www.youtube.com/watch?v=ljjsJMGsAA>

<http://waste.ideal.es/pararrayos-1.htm>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 4. LEY DE GAUSS.

1. En cierta región del espacio existe un campo electrostático uniforme de módulo $E_0=24,6$ N/C. Un marco cuadrado de 10 cm de lado se encuentra en dicha región, orientado de modo que la normal al plano que lo contiene forma un ángulo de 33° con la dirección del campo. Determine el flujo del campo electrostático a través de una superficie cualquiera delimitada por el marco.

Rta: $0,2$ Nm²/C

2. Enuncie la ley de Gauss y explique el significado de las relaciones que en ella se establecen. ¿Es útil la ley de Gauss para calcular el campo electrostático debido a tres partículas cargadas idénticas situadas en los vértices de un triángulo equilátero? Explique.

3. Considere una esfera conductora de radio R y carga Q en condiciones electrostáticas. Sea S una superficie esférica imaginaria de radio $3R$, situada concéntricamente con la primera. Determine el flujo de campo electrostático a través de S y estime si se observarán cambios de flujo en los siguientes casos (si la respuesta es afirmativa recalcule el flujo).

a) Si el radio de S se reduce a $2R$.

b) Si S adquiere una forma irregular manteniéndose exterior a la esfera conductora.

c) Si S mantiene su radio original, pero su centro se desplaza una distancia R del centro de la esfera conductora.

d) La misma situación del apartado c pero con una distancia $5R$ entre centros.

e) Si en la situación original, se agrega una segunda esfera conductora, idéntica a la primera y con igual carga, con su centro situado a $5R$ del centro de la primera.

f) Si en el montaje inicial se reemplaza la esfera conductora por otra no conductora con la misma carga, distribuida en forma irregular en su volumen.

¿En qué casos podría utilizarse la Ley de Gauss para calcular el campo electrostático? Explique.

4. Considere una pirámide imaginaria de base cuadrada de lado L y altura $L/2$. Suponga que una partícula de carga Q se halla rígidamente emplazada en la cúspide de la pirámide. Determine el flujo del campo electrostático a través de la base y de cada cara lateral de la pirámide.

5. En cierta región del espacio existe un campo electrostático dado por:

$$\vec{E}(x) = \begin{cases} -300 \frac{\text{N}}{\text{C}} \hat{t}\text{si} & x < 0 \\ 300 \frac{\text{N}}{\text{C}} \hat{t}\text{si} & x > 0 \end{cases}$$

Considere en esa región, una superficie cerrada imaginaria en forma de cilindro con tapas de longitud 10 cm, radio de 4 cm, su centro coincide con el origen de coordenadas y su eje de simetría es el eje X .

a) Determine el flujo del campo electrostático que atraviesa cada tapa del cilindro y la superficie curvada del mismo.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

- b) ¿Cuál será el flujo total a través de la superficie cerrada?
c) ¿Cuál será la carga neta en el interior del cilindro?

Rta: a) $1,5 \text{ Nm}^2/\text{C}$ / 0; b) $3 \text{ Nm}^2/\text{C}$; c) $2,6 \cdot 10^{-11} \text{ C}$.

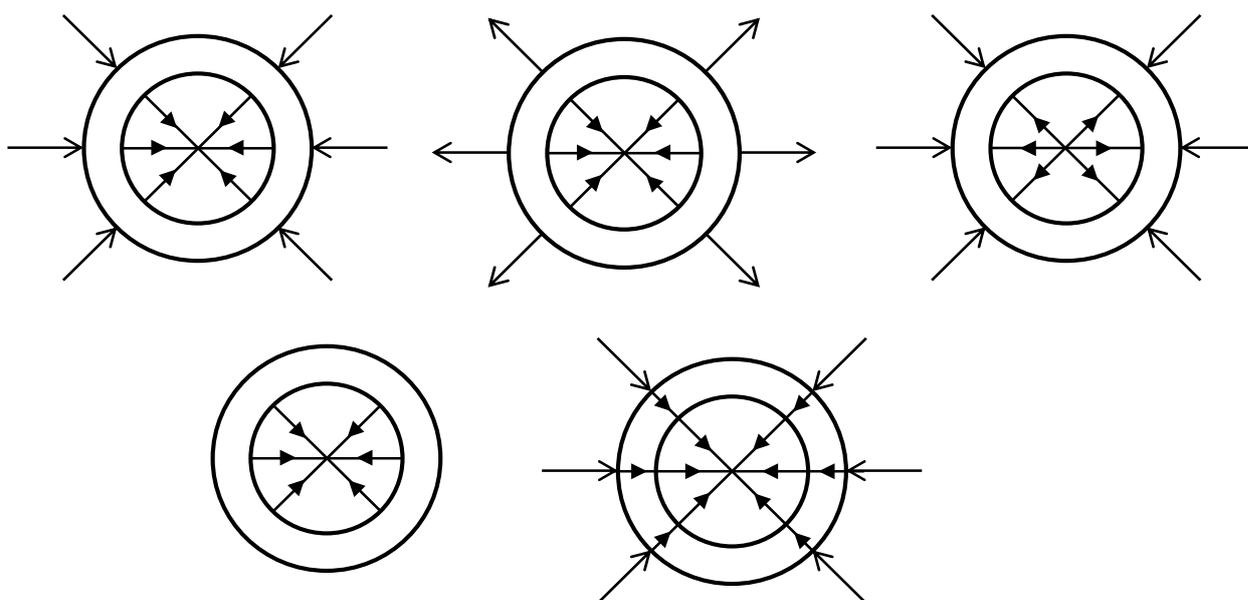
6. Un disco circular no conductor posee una densidad superficial de carga $2 \cdot 10^{-10} \text{ C/m}^2$. Dicho disco está rodeado por una esfera de radio 1 m. Si el flujo a través de la esfera es $5,2 \cdot 10^{-2} \text{ Nm}^2/\text{C}$, calcule el diámetro del disco.

Rta: 5,5 cm.

7. Evalúe si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y justifique sus respuestas.

- a) La Ley de Gauss es válida sólo en el caso de distribuciones de cargas simétricas.
b) El campo electrostático involucrado en el flujo calculado mediante la Ley de Gauss es debido exclusivamente a las partículas cargadas que se encuentran dentro de la superficie gaussiana.
c) Si en el interior de cierta superficie cerrada S , no hay partículas cargadas, entonces el campo electrostático es nulo en todos los puntos de la superficie S .
d) Si el flujo del campo electrostático a través de una superficie cerrada S es nulo, entonces el campo electrostático es nulo en todos los puntos de S .
e) Si el flujo del campo electrostático a través de una superficie cerrada S es nulo, entonces no hay partículas cargadas distribuidas en el volumen interior a S .
f) Alcanza con conocer la carga total dentro de una superficie para aplicar la Ley de Gauss a la determinación del campo eléctrico.

8. Una partícula cargada negativa está situada en el centro de una corteza conductora esférica hueca que inicialmente se encuentra descargada. ¿En cuál de los diagramas de la figura están correctamente representadas las líneas de campo electrostático?



9. Las figuras a, b, c y d muestran las líneas de campo electrostático en la región entre dos placas metálicas. Una esfera metálica ha sido colocada entre las dos placas. ¿En cuál de los diagramas de la figura están correctamente representadas las líneas de campo electrostático?

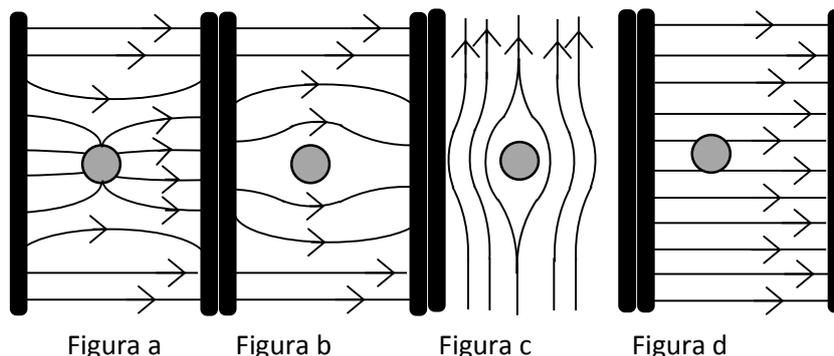


Figura a

Figura b

Figura c

Figura d

10. Una partícula de carga Q está en el centro de un cascarón esférico de radios interior R_1 y exterior R_2 . Si la carga total del cascarón es $-3Q$. Determine:

- la densidad de carga en cada superficie del cascarón.
- el campo electrostático en todas sus partes como función de la coordenada radial.

11. Dos esferas iguales de radio 5 cm uniformemente cargadas con densidad $\rho = 30 \mu\text{C}/\text{m}^3$, se encuentran emplazadas con sus centros separadas 15 cm. Utilice la Ley de Gauss y el principio de superposición para establecer el campo electrostático en un punto que se encuentra a 3 cm del centro de una de las esferas, medidos perpendicularmente a la línea que une los centros.

Rta: $E_x = 1,16 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

12. La densidad de carga en una región del espacio es esféricamente simétrica y viene dada por

$$\rho(r) = \begin{cases} Cr & \text{si } r < R \\ 0 & \text{si } r > R \end{cases}$$

Siendo C una constante. Determine el campo electrostático en todo el espacio como función de la coordenada radial r .

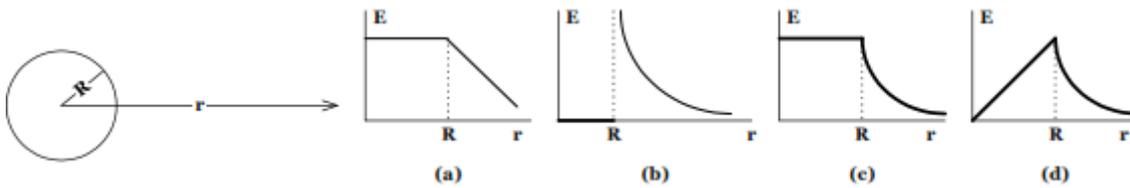
Rta: $\vec{E}(r) = \begin{cases} \frac{Cr^2}{4\epsilon_0} \hat{r} & r < R \\ \frac{CR^4}{4\epsilon_0 r^2} \hat{r} & r > R \end{cases}$

13. Un cable coaxial se compone de un alambre metálico recubierto por una capa aislante, que a la vez está recubierta por una corteza cilíndrica metálica, de manera que los ejes de alambre y la corteza coinciden. Considere un cable coaxial recto y muy largo, tal que el radio del alambre interior es de 1,5 cm y los radios interior y exterior de la corteza metálica son 4,5 cm y 6,5 cm. Suponga que una densidad lineal de carga de 6 nC/m se instala uniformemente distribuida en el conductor interior.

- Determine el campo electrostático como función de la coordenada radial r .

- b) ¿Cuáles serán las densidades superficiales de carga en el alambre y en las superficies interior y exterior de la corteza?
- c) ¿Cambiaría la respuesta anterior si los ejes de ambos conductores se conservan paralelos pero no coincidentes?

14. Una esfera conductora de radio R tiene una carga $+Q$. ¿cuál de los siguientes gráficos representaría mejor el campo eléctrico en función de la distancia r medida desde el centro de la esfera?



TRABAJO PRÁCTICO Nº 5. POTENCIAL ELECTROSTÁTICO.

1. En cierta región del espacio yace un campo electrostático uniforme orientado en el sentido positivo del eje Y, cuyo módulo es $3 \cdot 10^3$ N/C. Calcule el trabajo que debe realizar un agente externo al trasladar cuasiestáticamente una partícula cargada $5 \mu\text{C}$, desde el punto A situado en $\vec{r}_A = (0 \text{ cm}, 25 \text{ cm}, 0 \text{ cm})$ hasta el punto B situado en $\vec{r}_B = (25 \text{ cm}, 0 \text{ cm}, 0 \text{ cm})$, en los siguientes casos:

- utilizando como camino de integración la recta que une los puntos A y B.
- integrando sobre un camino formado por dos tramos rectos: el primero desde A hacia la derecha paralelo al eje X y el segundo paralelo al eje Y hasta alcanzar el punto B.
- Recorriendo el cuarto de circunferencia centrada en el origen que pasa por los puntos A y B.
- Compare los resultados anteriores. ¿Qué se puede deducir de esa información?

Rta: 3,5 mJ.

2. Una partícula cargada con $20 \mu\text{C}$ se emplaza rígidamente en un punto, en el que aprovechamos a elegir el origen de coordenadas. Un agente externo desplaza cuasiestáticamente una partícula idéntica a la primera a lo largo de un camino paralelo al eje X entre los puntos A y B, situados respectivamente en $\vec{r}_A = (12 \text{ cm}, 12 \text{ cm}, 0 \text{ cm})$ y $\vec{r}_B = (42 \text{ cm}, 12 \text{ cm}, 0 \text{ cm})$. Calcule el trabajo realizado por el agente externo. ¿Cuál será la diferencia de potencial $V_B - V_A$?

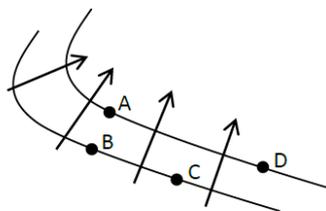
Rta: 13 J.

3. Considere el procedimiento para obtener el potencial electrostático de una partícula cargada. ¿Cuál es el referencial más conveniente? ¿Es el único punto de referencia posible? Grafique la familia de curvas que representan los posibles potenciales electrostáticos asociados a la partícula cargada positivamente situada en el origen. Indique en cada curva de la familia, la posición del punto de referencia.

Utilice el Geogebra para realizar las gráficas. <https://www.geogebra.org/>

4. En la figura se muestran líneas equipotenciales y líneas de campo eléctrico. Si el trabajo de llevar un electrón desde A a B es de $3,6 \times 10^{-19}$ J, obtenga las siguientes diferencias de potencial:

- $V_B - V_A$
- $V_B - V_C$
- $V_A - V_C$
- $V_A - V_D$
- $V_B - V_D$
- $V_D - V_C$



5. El potencial electrostático debido a una distribución de carga “finitamente” confinada, puede calcularse en un punto r del espacio mediante dos alternativas. La primera puede aplicarse si previamente se conoce el campo electrostático, colocando el referencial en el infinito:

$$V(\vec{r}) = - \int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

La segunda opción consiste en calcular a partir de la distribución de cargas (es decir, conociendo el tamaño y localización de cada partícula cargada). En el caso continuo tenemos

$$V(\vec{r}) = k \int_D \frac{dq}{|\vec{r} - \vec{r}'|}$$

Donde D representa el dominio del espacio donde hay cargas.

- a) Considere un anillo 5 cm de radio, con una carga de $30\mu\text{C}$ uniformemente distribuida. Determine el potencial electrostático a lo largo del eje del anillo mediante las dos alternativas anteriores corroborando que conducen al mismo resultado.
- b) Grafique las componentes del campo y el potencial electrostático como función de la posición a lo largo del eje. Observe y verifique analíticamente que

$$\vec{E}(\vec{r}) = -\vec{\nabla}V(\vec{r}) \rightarrow \begin{cases} E_x(x, y, z) = -\frac{\partial V(x, y, z)}{\partial x} \\ E_y(x, y, z) = -\frac{\partial V(x, y, z)}{\partial y} \\ E_z(x, y, z) = -\frac{\partial V(x, y, z)}{\partial z} \end{cases}$$

6. Dos cortezas conductoras esféricas concéntricas de radios $R_1 = 0,5 \text{ cm}$ y $R_2 = 1 \text{ cm}$, poseen cargas netas $Q_1 = -20 \text{ nC}$ y $Q_2 = +50 \text{ nC}$.
 - a) Calcule la densidad superficial de carga para cada corteza.
 - b) Calcule el potencial electrostático, en función de r , para todos los puntos del espacio.
 - c) Realice el gráfico del campo y el potencial electrostático en función de r . Analice la continuidad de ambas funciones. Utilice el Geogebra para realizar las gráficas.

7. Suponga un plano infinito no conductor uniformemente cargado con densidad σ , calcule el potencial electrostático en cualquier punto del espacio. Indique claramente donde ubica el referencial.

8. Cierta distribución de carga esféricamente simétrica viene dada por

$$\rho(r) = \begin{cases} 0 & \text{si } r < R_1 \\ ar & \text{si } R_1 < r < R_2 \\ 0 & \text{si } r > R_2 \end{cases}$$

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

Donde $a = 2 \mu\text{C}/\text{m}^3$, $R_1 = 2 \text{ cm}$ y $R_2 = 4 \text{ cm}$. Deduzca las expresiones que describen el campo y el potencial electrostático como funciones de la coordenada radial r .

$$\text{Rta: } \vec{E}(r) = \begin{cases} 0 & r < R_1 \\ 567.497 \left(r^2 - \frac{R_1^4}{r^2} \right) \hat{r} & R_1 < r < R_2 \\ \frac{0,13}{r^2} \hat{r} & r > R_2 \end{cases}$$

$$V(r) = \begin{cases} 0,23 & r < R_1 \\ 567.497 \left(\frac{R_1^4}{r} - \frac{r^3}{3} \right) & R_1 < r < R_2 \\ \frac{0,13}{r} & r > R_2 \end{cases}$$

9. Considere dos esferas metálicas de radios $R_1 = 24 \text{ cm}$ y $R_2 = 6,2 \text{ cm}$ que inicialmente poseen cargas $Q_1 = 35 \text{ pC}$ y $Q_2 = 5 \text{ pC}$. Las mismas se encuentran emplazadas de modo que entre sus centros hay una distancia de varios metros.

Utilizando un hilo, se las pone en contacto durante suficiente tiempo hasta que se restablece el equilibrio. Determine sobre cada esfera los valores finales de;

- carga.
- densidad de carga superficial.
- potencial y módulo del campo electrostático justo al lado de la superficie.

Rta: a) 8,2 pC; 31,7 pC.
b) 11,33 pC/m²; 656,24 pC/m²
c) 1,19 V; 1,3 N/C; 7,22 N/C.

10. El potencial electrostático a una cierta distancia de una partícula cargada es de 800 V. Por su parte, el módulo del campo electrostático en el mismo punto es de 200 N/C. Determine la distancia del punto a la partícula y la carga de la misma.

Rta: 2m; 17,8 μC

11. Se ordenan cuatro partículas cargadas positivamente en los vértices de un cuadrado cuyo lado vale 0,5 m. Halle el trabajo necesario para formar el arreglo de partículas cargadas (energía del sistema) sabiendo que cada carga vale 1 μC .

Rta: 0,097 J.

12. Considere una esfera de radio $a=5 \text{ cm}$ que tiene una carga total Q . Concéntrica con ella hay un cascarón esférico metálico cuyos radios interior y exterior son $b=10 \text{ cm}$ y $c=25 \text{ cm}$. Se mide el campo eléctrico en distintas regiones del espacio y se halla que en $r=10 \text{ cm}$ del centro es de $3,6 \times 10^3 \text{ N/C}$, radialmente hacia adentro y que en el punto $r=50 \text{ cm}$ del centro, es de $2 \times 10^3 \text{ N/C}$ radialmente hacia fuera.

- Indique, en un diagrama, la distribución de cargas de este sistema de esferas (indicando el valor de Q , Q_{int} y Q_{ext}).
- Calcule el potencial eléctrico en un punto $r = 20 \text{ cm}$ del centro de la esfera.

Rta: a) -4 nC ; 4 nC , 55 nC ; b) 990 V.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

13. Dibuje las líneas equipotenciales de un dipolo eléctrico. Corrobore su predicción con el programa: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/charges-and-fields>

14. Si una partícula cargada positivamente se deja libre desde el reposo en un campo electrostático, ¿se moverá hacia una región de mayor o menor potencial electrostático? ¿Qué ocurrirá si la partícula tiene carga negativa?

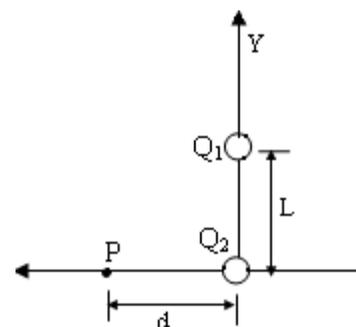
15. La unidad electrón-voltio (eV) ¿es una unidad de carga, potencial o energía eléctrica? ¿Qué representa físicamente? De acuerdo a su respuesta, halle su equivalente en el sistema internacional de unidades (SI).

16. Evalúe si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y justifique sus respuestas.

- El potencial electrostático es una función de estado.
- Si el campo electrostático es nulo en un punto dado, entonces el potencial electrostático es nulo en dicho punto.
- Si se conoce el campo electrostático únicamente en un punto dado, entonces no se puede calcular el potencial electrostático en dicho punto.

17. Dos partículas cargadas se ubican como se indica en la figura. Datos: $L=3$ cm; $d=4$ cm; $Q_1 = -2 \mu\text{C}$; $Q_2 = +4 \mu\text{C}$.

- Calcule el campo eléctrico en el punto P.
- Halle el potencial eléctrico en dicho punto.
- Otra partícula cargada con $-3 \mu\text{C}$ se coloca ahora en P. Calcule la fuerza que actúa sobre la partícula y su energía potencial.
- Una vez colocada la partícula en P, un agente externo ¿deberá realizar trabajo para llevarla al infinito o para evitar que espontáneamente se mueva hacia allí? Justifique su respuesta.



Rta: a) $(1,7 \cdot 10^7; 0,4 \cdot 10^7)$ N/C; b) $5,4 \cdot 10^5$ V
c) $(-51; -12)$ N; $-1,62$ J

18. Analice la veracidad de las siguientes proposiciones. Utilice, cada vez que sea posible, la simulación que se propone en el sitio

http://phet.colorado.edu/sims/charges-and-fields/charges-and-fields_en.html

para corroborar y justificar su respuesta.

- El potencial electrostático puede llegar a anularse en la vecindad de dos partículas con igual carga.
- El potencial electrostático puede llegar a anularse en la vecindad de dos partículas con igual módulo de carga pero de signos opuestos.
- Las regiones con elevado potencial electrostático corresponden siempre a regiones donde el campo es también intenso.
- Las regiones donde se produce una gran variación del potencial electrostático de un punto a otro, corresponden siempre a regiones donde el campo es elevado.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

- e) Las regiones donde el potencial es elevado corresponden siempre a regiones donde el campo electrostático presenta grandes variaciones de un punto a otro.
- f) En una esfera metálica cargada el potencial en su superficie es mayor que en el interior
- g) En una esfera metálica cargada el potencial en su superficie es igual que en el interior.
- h) En una esfera metálica cargada positivamente el potencial fuera de ella es mayor que en su superficie

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

https://es.wikipedia.org/wiki/Fuego_de_San_Telmo

<http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=57>

<http://definicion.de/puesta-a-tierra/>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 6. CAPACIDAD Y CAPACITORES.

- Determine las capacidades de los siguientes montajes en función de sus datos geométricos:
 - Capacitor de placas planas paralelas circulares de área R separadas una distancia d (con $d \ll R$).
 - Capacitor formado por dos cortezas esféricas concéntricas de radios a y b (con $a < b$ y $b - a \ll a$).
 - Capacitor formado por dos cortezas cilíndricas coaxiales de longitud l y radios a y b (con $a < b$ y $b - a \ll a$).
 - En relación a los incisos anteriores b y c, verifique que la capacidad obtenida puede aproximarse por la de un Capacitor plano paralelo de igual superficie, cuando la distancia entre armaduras se hace muy pequeña.

2. Cierta capacitor está compuesto por dos placas planas paralelas, cada una de área $A = 7,6 \text{ cm}^2$, separadas por una distancia $d = 1,8 \text{ mm}$.

- Determine la capacidad.
- Si se aplica una diferencia de potencial $V_0 = 20 \text{ V}$, calcule el campo electrostático entre las placas.
- Determine la densidad de carga superficial en cada placa.

Rta: a) $3,73 \text{ pF}$; b) $1,1 \cdot 10^4 \text{ N/C}$; c) $9,8 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$.

3. Dos capacitores $C_1 = 5 \text{ } \mu\text{F}$ y $C_2 = 2 \text{ } \mu\text{F}$ se conectan respectivamente con fuentes de tensión $V_1 = 20 \text{ V}$ y $V_2 = 40 \text{ V}$. Después de cargados se desconectan de las baterías.

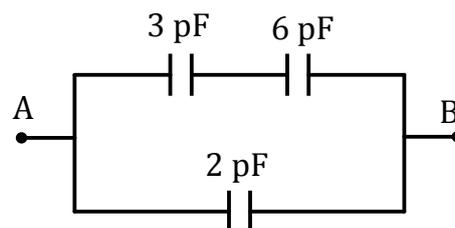
- En estas condiciones, se conectan entre si las placas positivas y lo mismo se hace con las placas negativas. Calcule la diferencia de potencial y la carga final en cada capacitor. Determine la energía total almacenada antes y después de la conexión.
- Repita el análisis para el caso en que se conectan entre si las placas de distinto signo.

Rta: a) $128,57 \text{ } \mu\text{C}$; $51,4 \text{ } \mu\text{C}$; $25,7 \text{ V}$; $2,6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$; $2,3 \cdot 10^{-5} \text{ J}$.

b) $14,3 \text{ } \mu\text{C}$; $5,7 \text{ } \mu\text{C}$; $2,9 \text{ V}$; $2,6 \cdot 10^{-3} \text{ J}$; $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ J}$.

4. Determine la capacidad equivalente para la red de la figura.

Si la red se conecta a una batería de 12 V en los puntos A y B, calcule la diferencia de potencial, la carga y la energía en cada capacitor.



Rta: $4 \text{ pF} / 8 \text{ V}$, 24 pC , $96 \text{ pJ} / 4 \text{ V}$, 24 pC , $48 \text{ pJ} / 12 \text{ V}$, 48 pC , 144 pJ

5. Un capacitor de placas planas paralelas separadas una distancia d , se conecta con una batería que mantiene constante una diferencia de potencial V entre las placas. Si se separan las placas hasta una distancia $2d$, analice la veracidad de las siguientes proposiciones:

- Aumenta la carga en las placas.
- El módulo del campo eléctrico E entre las placas disminuye.
- Aumenta la energía almacenada.
- La densidad de energía permanece constante.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

Analice nuevamente las proposiciones del problema anterior, pero suponiendo que el capacitor se desconecta de la batería una vez cargado.

6. Sea un capacitor de placas paralelas cuadradas de área A y separación d , en el vacío. ¿Cuál es el efecto cualitativo sobre su capacidad en cada uno de los siguientes casos? Justifique en cada caso su respuesta.

- si d se reduce.
- si se duplica el área de ambas placas.
- si se duplica la diferencia de potencial entre las placas.
- si se coloca una lámina de cobre entre las placas, pero sin que toque a ninguna de ellas.

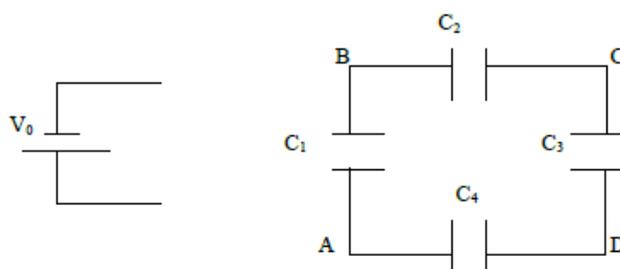
7. Un capacitor C_1 de $0,1 \mu\text{F}$ que se ha cargado a 100 V , se conecta a otro C_2 , totalmente descargado, de $0,3 \mu\text{F}$ de capacidad. Prediga justificadamente:

- ¿La carga final de C_1 será mayor, menor o igual que la de C_2 ?
- ¿La diferencia de potencial entre las placas de C_2 será mayor, menor o igual que 100V ?
- ¿La energía almacenada por el conjunto de capacitores será mayor, menor o igual que la almacenada inicialmente por C_1 ?

Corrobore analíticamente cada una de las predicciones realizadas.

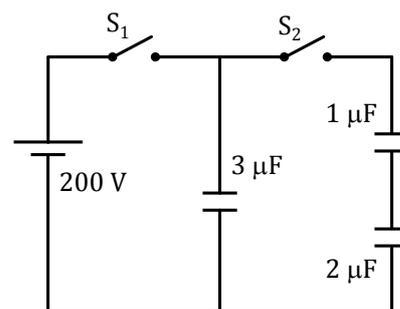
8. Los capacitores de la figura poseen las siguientes capacidades: $C_1 = 5\mu\text{F}$, $C_2 = 10\mu\text{F}$, $C_3 = 15\mu\text{F}$ y $C_4 = 10\mu\text{F}$. La diferencia de potencial de la batería es $V_0 = 1,5 \text{ V}$.

- Determine la capacidad equivalente del circuito y la carga en cada capacitor cuando la batería se conecta entre los puntos A y B.
- Repita el análisis cuando la conexión se realiza entre los puntos B y D.
- ¿Entre qué puntos debe realizarse la conexión para que el sistema tenga la máxima capacidad posible?



Rta: a) $3,75 \mu\text{F} / 13,12 \mu\text{C} / 5,62 \mu\text{C}$; b) $9,33 \mu\text{F} / 5 \mu\text{C} / 9 \mu\text{C}$.

9. Tres capacitores se conectan como indica la figura. Primero se cierra el interruptor S_1 . Luego se abre S_1 y se cierra S_2 . Determine la diferencia de potencial y la carga en cada capacitor.



Rta: $163,7 \text{ V}, 490,9 \mu\text{C} / 109,1 \text{ V}, 109,1 \mu\text{C} / 54,5 \text{ V}, 109,1 \mu\text{C}$.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

10. En cierto tipo de teclado de computadora, cada tecla está conectada a una pequeña placa de metal que sirve como una de las placas de un capacitor de placas paralelas. Cuando se presiona una tecla, la separación entre las placas disminuye por lo que aumenta la capacidad. Se utilizan circuitos electrónicos para detectar el cambio de capacidad y determina qué tecla se presionó. En un teclado determinado, el área de cada placa metálica es de 49 mm^2 y la separación entre las placas es de $0,6 \text{ mm}$ antes de que se presione la tecla. Si el circuito puede detectar un cambio de capacidad de $0,3 \text{ pF}$. ¿Cuánto debe presionarse la tecla antes de que el circuito detecte la presión?

Rta: $0,25 \text{ mm}$

11. El cable coaxial utilizado para conectar un reproductor de DVD puede considerarse como un capacitor cilíndrico, cuya capacidad por unidad de longitudes 69 pF/m . Si se lo conecta a una diferencia de potencial de 2 V entre los conductores interior y exterior, ¿cuál será la densidad lineal de carga en los conductores?

Rta: 138 pC/m^2 .

12. Los flashes electrónicos integrados en las cámaras contienen un capacitor que almacena la energía utilizada para producir el destello. En uno de estos dispositivos, el destello dura $1/100$ de segundo con una potencia media de salida de luz de 600 W .

- Si la conversión de energía eléctrica en luz tiene una eficiencia del 95% (el resto se convierte en energía térmica), ¿cuánta energía debe almacenarse en el capacitor para producir un destello?
- Si la capacidad del dispositivo es de $0,754 \text{ mF}$, ¿cuál es la diferencia de potencial cuando el capacitor está listo para producir el destello?

Rta: a) $11,7 \text{ J}$; b) $176,2 \text{ V}$.

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

http://www.ehowenespanol.com/son-usados-capacitores-info_74664/

http://equipo5capacitores.blogspot.com.ar/2010/11/uso-en-la-vida-cotidiana_24.html

<http://www.sistemamid.com/preview.php?a=77754>

<http://www.cienciafacil.com/BotellaDeLeyden.html>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 7. CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA.

1. Consideremos un conductor eléctrico (por ejemplo, un cable de cobre) entre cuyos extremos se sostiene una diferencia de potencial constante mediante una batería. Para visualizar el fenómeno que ocurre dentro del conductor proponemos un modelo muy simple. Supongamos que el mismo está formado por una colección de iones de cobre que sólo pueden vibrar alrededor de sus posiciones de equilibrio, y un gas de electrones libres que pueden moverse dentro de las fronteras del material. El movimiento de los electrones está "entorpecido" por las interacciones con los iones. Cuando el conductor es sometido a una diferencia de potencial, se establece un campo eléctrico persistente en su interior, que acelera los electrones, precipitándolos a sucesivos choques con los iones.

- Según se discutió en el capítulo de electrostática, en tales condiciones no era posible que un campo eléctrico existiera dentro de un conductor. Sin embargo, en nuestro modelo consideramos que cierto campo eléctrico se establece "dentro" del conductor. ¿Cómo se compatibilizan estos conceptos? ¿Será conservativo el campo eléctrico dentro del conductor?
- Construya un gráfico que incluya los vectores campo eléctrico \vec{E} , densidad de corriente \vec{j} , velocidad instantánea \vec{v} del electrón y velocidad media \vec{v}_m del electrón.
- Explique los aspectos microscópicos de la transferencia de energía entre los electrones y los iones del conductor. En términos del modelo, ¿a qué atribuiría el calentamiento del conductor por efecto Joule?
- ¿Cómo está relacionada la corriente I en el conductor con la densidad de corriente \vec{j} ? Si el conductor no tuviera sección uniforme, ¿sería uniforme la corriente a lo largo del conductor?

2. a) ¿Es la ley de Ohm una ley fundamental de la naturaleza?

b) Generalmente, la rapidez media de los electrones es del orden de los mm/s. Es decir que, probablemente, un electrón viaje varias horas por el cable para llegar desde el interruptor hasta la lámpara del techo de la sala. ¿Por qué entonces la luz se enciende inmediatamente después de accionar el interruptor?

3. Cuando se enciende un tubo fluorescente, se establece una corriente en su interior compuesta por el flujo simultáneo de electrones e iones positivos. Suponga que el tubo tiene un diámetro $d = 3$ cm y que el flujo se distribuye uniformemente en su sección. Si por dicha sección pasan $2 \cdot 10^{18}$ electrones y $0,5 \cdot 10^{18}$ iones positivos (con carga $+e$) por segundo, ¿cuál es la corriente que circula por el tubo?

Rta: 0,3 A.

4. La corriente que circula por un alambre varía con el tiempo según la expresión

$$i(t) = 20 + 3 t^2$$

donde i se expresa en Amperios y t en segundos. Considere el intervalo entre los tiempos $t = 0$ y $t = 10$ s

- Calcule la carga total que atraviesa una sección del alambre en el intervalo.
- Si la resistencia del alambre es de 100Ω , calcule la energía disipada en el intervalo.
- ¿Qué corriente constante transportará igual cantidad de carga en el intervalo?
- ¿Qué corriente constante disipará la misma energía en el intervalo?

Rta: a) 1.200 C; b) $1,86 \cdot 10^7$ J; c) 120 A; d) 136,4 A.

5. Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas justificando la elección:

- Si la longitud y sección transversal de un conductor se duplican, la resistencia no se altera.
- Si la longitud del conductor se duplica y la sección transversal se reduce a la mitad la resistencia no se altera.
- La resistencia no depende del área del conductor sino de su resistividad.

6. En un circuito eléctrico un fusible es un trozo de alambre diseñado para que se funda y en consecuencia para que se abra el circuito, si la corriente excede un valor predeterminado. Supongamos que el material que compone a un fusible se funde cuando la densidad de corriente llega a 440 A/cm^2 . ¿Qué diámetro de alambre cilíndrico deberá usarse para que el fusible limite la corriente a 0,552 A?

Rta: 0,039 cm.

7. Se fabrican dos resistencias del mismo material y de igual longitud. Si una de las resistencias posee una sección transversal el doble que la otra y se conectan en serie entre los terminales de una batería, obtenga:

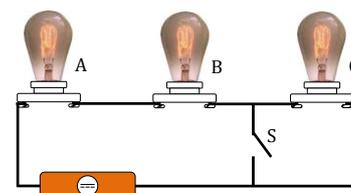
- la relación entre las densidades de corrientes que circulan por cada una de ellas.
- la relación entre las diferencias de potencial de sus extremos.
- la relación entre los campos eléctricos en ellas.

8. Una cafetera eléctrica tiene una resistencia de 22Ω . ¿Cuántas cafeteras pueden conectarse en paralelo a una batería de 220 V, si el fusible que protege la misma soporta una corriente máxima de 30 A? ¿Qué ocurre si conecto otra cafetera a la cantidad obtenida anteriormente?

Rta: 3.

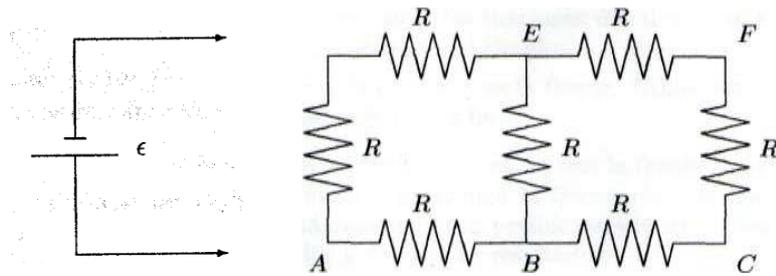
9. Tres lámparas idénticas están conectadas a una batería como muestra la figura. Cuando el interruptor S se cierra:

- ¿La intensidad de corriente a través de la batería aumenta, disminuye o permanece constante?
- ¿las lámparas brillan más, menos o igual que cuando el interruptor se encontraba abierto?



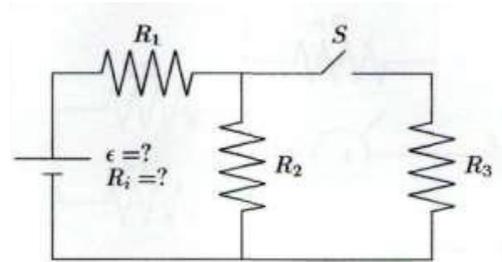
10. En el circuito de la figura, todas las resistencias son iguales ($R = 1 \Omega$), y la batería aporta una diferencia de potencial de 12 V. Los terminales de la batería (indicados con flechas) pueden conectarse en diferentes partes del circuito. Encuentre la resistencia equivalente y la corriente que pasa por la batería en cada uno de los siguientes casos:

- Cuando la batería se conecta entre A y B.
- Cuando la batería se conecta entre A y C.
- Cuando la batería se conecta entre A y D.
- Cuando la batería se conecta entre A y E.
- Cuando la batería se conecta entre A y F.



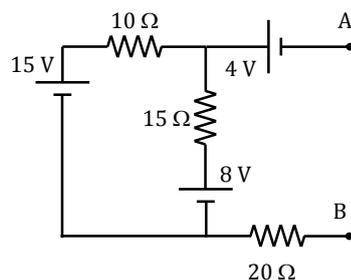
Rta: Rta: a) $0,73 \Omega$; $16,36 \text{ A}$; b) $1,3 \Omega$; 9 A ; c) $0,73 \Omega$; $16,36 \text{ A}$;
d) $0,93 \Omega$; $12,9 \text{ A}$; e) 1Ω ; 12 A .

11. En el circuito de la figura, las resistencias son $R_1 = 1200 \Omega$, $R_2 = 3300 \Omega$ y $R_3 = 2700 \Omega$. Cuando el interruptor S está abierto, la diferencia de potencial entre los bornes de la batería es de 12 V . Luego, cuando se cierra S, dicha diferencia de potencial disminuye hasta $11,92 \text{ V}$. Determine la fuerza electromotriz y la resistencia interna de la pila.



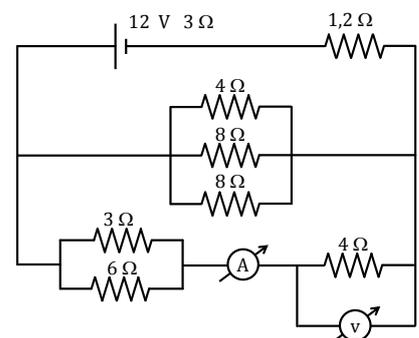
Rta: $12,12 \text{ V}$; $44,44 \Omega$.

12. Determine la diferencia de potencial entre los puntos A y B del circuito de la figura.



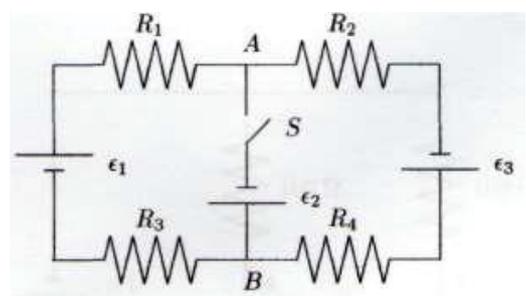
Rta: $8,2 \text{ V}$.

13. Determine la resistencia equivalente en el circuito de la figura. ¿Cuáles serán las lecturas del amperímetro A y del voltímetro V?



Rta: $0,53 \text{ A}$; $2,12 \text{ V}$.

14. En el circuito de la figura, las tensiones suministradas por las baterías son $\epsilon_1 = 15 \text{ V}$, $\epsilon_2 = 10 \text{ V}$ y $\epsilon_3 = 5 \text{ V}$. Las resistencias son todas iguales $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 5 \Omega$.



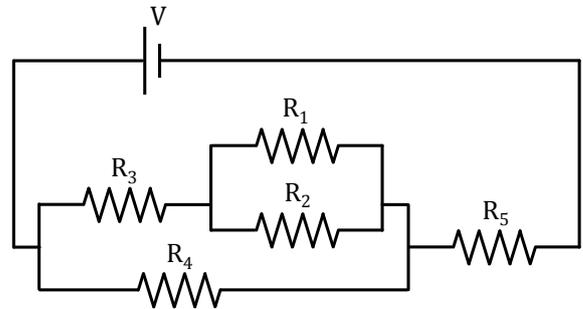
FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

- a) Determine la diferencia de potencial entre los puntos A y B mientras el interruptor S se mantiene abierto. Determine la potencia disipada en cada resistencia.
- b) Calcule las corrientes en cada rama del circuito cuando se cierra S. Determine nuevamente la potencia disipada en cada resistencia.

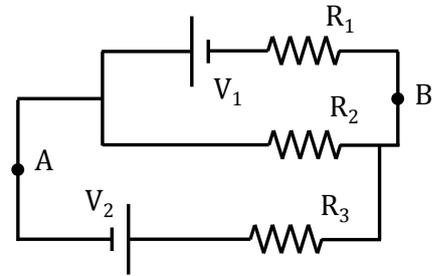
Rta: a) 5 V; 10 W; b) 2,5 A; 0,5 A; 3 A; 32,5 W

15. La diferencia de potencial entregada por la batería es 12 V, y las resistencias valen $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 12 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 8 \Omega$ y $R_5 = 1 \Omega$. Calcule:

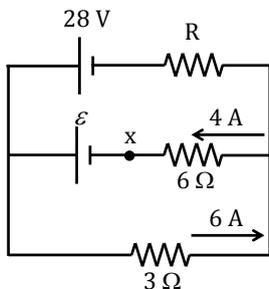
- la resistencia equivalente.
- la corriente que entrega la batería.
- la corriente en cada resistencia.
- la potencia disipada en cada resistencia.
- la potencia entregada por la batería.



16. Para el circuito de la figura calcule la diferencia de potencial entre A y B. Las resistencias valen $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$ y $R_3 = 6 \Omega$, mientras que la diferencia de potencial entregadas por las baterías son $V_1 = 12 \text{ V}$ y $V_2 = 8 \text{ V}$.



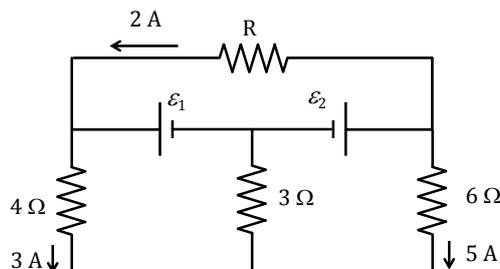
Rta: 1,8 V.



17. En el circuito de la figura encuentre la resistencia R, la corriente que circula por dicha resistencia y el valor de la fem ϵ .

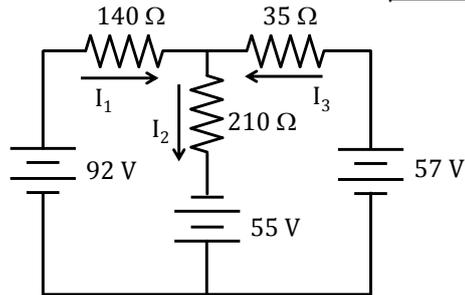
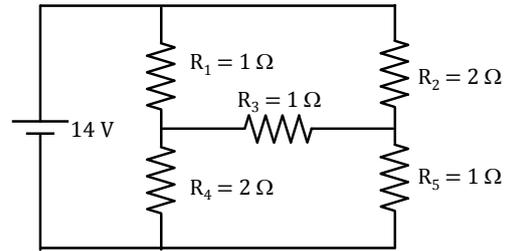
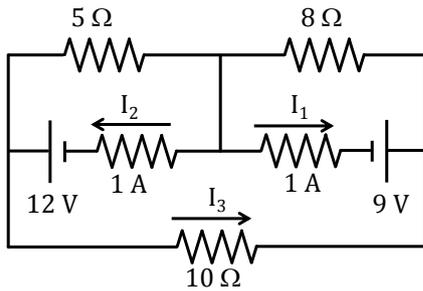
Rta: 5 Ω ; 2 A; 42 V.

18. En el circuito de la figura encuentre la resistencia R y el valor de las fem ϵ_1 y ϵ_2 .



Rta: 9 Ω ; 36 V; 54 V.

19. En los siguientes circuitos calcule el valor de las tres corrientes.



Rta: a) 0,84 A; 2,15 A; b) 14 A; c) 0,5 A; 1,57 A; 0,97 A.

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<http://catedra.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/cys/DI/termocuplas.pdf>

<http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/sacaleE_M2/termoelectricidad/Termoelectricidad.htm

<http://algoquedecir.over-blog.es/article-para-que-sirve-estabilizador-voltaje-86149234.html>

<http://www.itespresso.es/por-que-al-fallar-una-luz-del-arbol-de-navidad-fallan-todas-89398.html>

<http://www.proyectoelectronico.com/leds/control-luces-navidad.html>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 8. FUERZA MAGNÉTICA. MOVIMIENTO DE CARGAS EN CAMPOS MAGNÉTICOS

1. a) ¿Cuál es la diferencia fundamental que hay entre la acción de un campo magnético y un campo eléctrico sobre una partícula cargada?
b) ¿Qué trayectorias describirá una partícula cargada que penetra en un campo magnético? Analice diferentes ángulos entre la dirección del campo magnético y la velocidad.

2. Indique si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas justificando la elección:
a) Para que se evidencie la existencia de un campo magnético en una zona donde se mueve una partícula cargada es necesario que su velocidad sea paralela al campo.
b) Cuando una partícula cargada que se mueve con una velocidad v , entra a una región de campo magnético B , éste altera la dirección de la velocidad y su magnitud.
c) La fuerza magnética sobre una partícula cargada no realiza trabajo.

3. a) En un cierto instante, un protón se mueve en la dirección x positiva en una región donde hay un campo magnético en la dirección z negativa. ¿Cuál es la dirección de la fuerza magnética? Describa el movimiento del protón.
b) Dos partículas cargadas se proyectan en una región donde hay un campo magnético perpendicular a sus velocidades. Si las partículas se desvían en direcciones opuestas, ¿qué se puede aseverar acerca de ellas?
c) Si una partícula cargada se mueve en una línea recta a través de cierta región del espacio ¿se puede afirmar que el campo magnético en esa región es cero? Justifique su respuesta.

4. Un campo eléctrico de $1,5 \text{ kV/m}$ y un campo magnético de $0,44 \text{ T}$, ortogonales entre sí, actúan sobre un electrón en movimiento de forma tal que la fuerza es nula.
a) Realice un diagrama indicando la dirección de los vectores.
b) Calcule el módulo del vector velocidad del electrón.

Rta: 3.410 m/s

5. Un electrón adquiere energía a través de una diferencia de potencial de 20.000V . Después pasa por una región de campo magnético transversal, donde se mueve en un arco circular de $0,13 \text{ m}$ de radio. ¿Cuál es la magnitud del campo? Realice un diagrama indicando la dirección de los vectores.

Rta: $1,3 \text{ mT}$

6. Una partícula de masa 2mg tiene carga de $-10\mu\text{C}$ y se encuentra en una región donde la única fuerza sobre ella es una fuerza magnética, debido a un campo magnético constante y uniforme. La magnitud del campo en la ubicación de la partícula es de 15 mT y la velocidad de la partícula es de 2 km/s . El ángulo entre las direcciones del campo magnético y el vector velocidad de la partícula es 75°
a) Dibuje la situación
b) Determine el vector fuerza magnética que actúa sobre la partícula.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

c) Describa la trayectoria que sigue la partícula.

Rta: $2,9 \cdot 10^{-4}$ N.

7. El selector de velocidad de un espectrógrafo de masa está ajustado para que la rapidez de salida de los iones sea 3×10^5 m/s. Para ello el módulo del campo eléctrico se ha fijado en $1,5 \times 10^3$ N/C. ¿Cuál será el módulo del campo magnético?

Si el módulo del campo magnético en el espectrógrafo es 1,2 T, ¿cuál será el radio de la órbita de un ion He^+ de carga e y masa $6,68 \times 10^{-27}$ kg?

Rta: 5 mW/m^2 ; 1,05 mm.

8. Un ciclotrón para acelerar protones tiene un campo magnético de 1,4 T y un radio de 1,7 m.

a) ¿Cuál es la frecuencia de inversión del ciclotrón?

b) Halle la energía de los protones cuando salen del ciclotrón.

c) ¿Cuál será la energía de salida si en lugar de protones se utilizan deuterones? Los deuterones tienen la misma carga que los protones pero el doble de masa.

Rta: a) $21,3 \cdot 10^6$ Hz; $4,3 \cdot 10^{-23}$ J; $2,7 \cdot 10^{-23}$ J.

9. En un experimento sobre el efecto Hall se hace pasar una corriente de 10 A por un conductor de sección cuadrada de 0,5 cm de lado. Cuando se aplica un campo magnético de intensidad 2 W/m^2 perpendicular a una cara del conductor, se detecta una diferencia de potencial Hall de $2,5 \times 10^{-6}$ V. Calcule la constante R_H de Hall. Si se supone que los portadores son electrones, halle la densidad de electrones en el conductor. Construya un esquema que indique las orientaciones relativas de la densidad de corriente, el campo magnético B y el campo eléctrico de Hall.

Rta: $6,25 \cdot 10^{-10} \Omega$; 10^{28} .

10. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas justificando la elección. Si el campo magnético de un imán es paralelo a esta hoja de izquierda a derecha, ¿en qué dirección tenderá a moverse un conductor por el cual circula una corriente eléctrica de abajo hacia arriba perpendicular a esta hoja?

a) Hacia la parte inferior de esta hoja

b) Hacia la parte superior de esta hoja

c) Hacia la derecha

d) Hacia la izquierda

e) El conductor no tenderá a moverse

11. Dos largos alambres conductores rectilíneos se encuentran rígidamente emplazados en posiciones paralelas, con una separación $d=10$ cm. Sobre ellos circulan corrientes en el mismo sentido, de intensidades $I_1=5$ A e $I_2=8$ A.

a) Determine la fuerza por unidad de longitud que afecta a cada conductor.

b) Determine el campo magnético B como función de la posición, sobre el plano que contiene a los conductores.

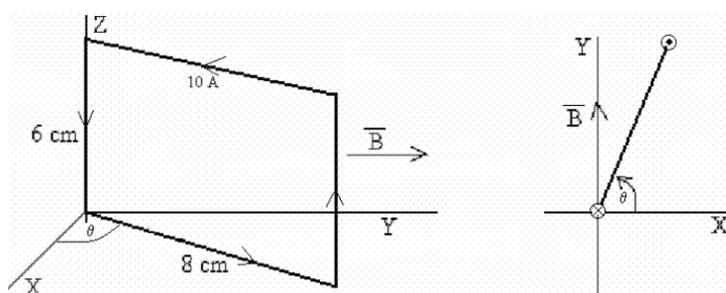
Rta: $80 \cdot 10^{-6}$ N/m

12. Un conductor recto de 10 m de largo, forma parte de un circuito por el que circula una corriente de 3 A. El mismo se encuentra inmerso en un campo magnético uniforme de intensidad 1,5 T. Los elementos de corriente Idl en el conductor y el campo magnético B forma un ángulo de 37° . ¿Cuál será la fuerza que actúa sobre el conductor?

Rta: 27,08 N.

13. Por una espira rectangular de lados 6 y 8 cm circula una corriente de 10 A en sentido horario. Está en el seno de un campo magnético uniforme de 0,2 T dirigido a lo largo del eje Y tal como se muestra en las figuras. La espira está orientada de modo que el ángulo $\theta = 60^\circ$. Calcule

- la fuerza sobre cada lado de la espira dibujando su dirección y sentido.
- El momento de dichas fuerzas (módulo, dirección y sentido) respecto del eje de rotación Z.



En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<https://www.youtube.com/watch?v=2LPz2EEfRfU>

http://historiaybiografias.com/maquina_dios/

<http://camiondeazucar.es/blog/2010/03/22/sobre-aceleradores-de-particulas-y-el-alba/>

<http://www.tuexpertomovil.com/2013/04/12/asi-funcionan-los-sensores-del-samsung-galaxy-s4/>

<https://www.youtube.com/watch?v=9Rjd7SeAzG8>

https://www.youtube.com/watch?v=bAsTD_TgG5Y

TRABAJO PRÁCTICO Nº 9. LEY DE BIOT-SAVART - LEY DE AMPERE.

1. Utilice la ley de Biot – Savart para demostrar las siguientes propiedades.

- a) En todo circuito plano, el campo magnético producido por dicho circuito en cualquier punto del plano que lo contiene, es siempre perpendicular a dicho plano³.
- b) Un tramo recto de un circuito no contribuye al campo magnético en puntos alineados con dicho tramo.
- c) Un tramo de circuito en forma de arco circular de radio R contribuye al campo magnético en el centro de curvatura, con un aporte dado por:

$$\vec{B}(r) = \frac{\mu_0 I \alpha}{4\pi R} \hat{u}$$

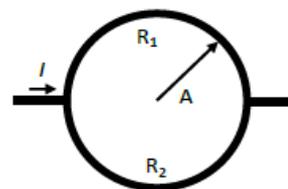
Donde α representa el ángulo subtendido por el arco desde su centro de curvatura, y \hat{u} es un versor perpendicular al plano que contiene el arco.

d) El campo magnético producido por un hilo recto infinitamente largo viene dado por

$$\vec{B}(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{\phi}$$

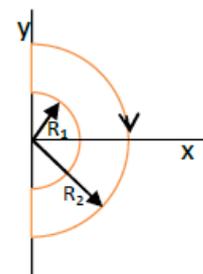
Donde $\hat{\phi}$ es un versor tangente a las circunferencias de radio r, centradas en el hilo y contenidas en planos perpendiculares al mismo.

2. Un conductor está formado por dos cables de forma semicircular (de radio A) de resistencias R_1 y R_2 tales que $R_1 = 3 R_2$. Este conductor está conectado a dos cables rectos por los que circulan una corriente I.



- a) Calcule la corriente que circula en cada tramo semicircular.
- b) ¿Cuál es el campo en el centro del anillo?

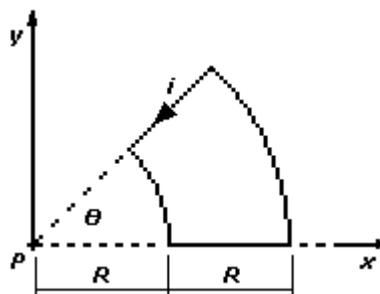
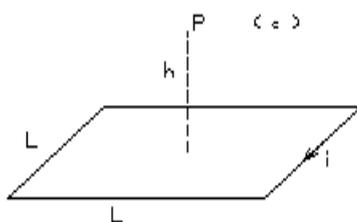
3. Por el conductor de la figura circula una corriente de 15 A. Los radios son $R_1 = 10$ cm y $R_2 = 20$ cm



- a) Calcule la magnitud y la dirección de campo magnético en el origen.
- b) Si ahora a la espira de radio R_1 se dobla 90° de tal manera que se localiza en el plano yz, calcule el campo en el origen. Compare ambos resultados.

Rta: $2,3 \cdot 10^{-5} \text{ T } \hat{k}$; $-4,7 \cdot 10^{-5} \text{ T } \hat{i} + 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ T } \hat{k}$;

4. Dados los siguientes casos, calcular el campo magnético en el punto P.



³Naturalmente, deben excluirse los puntos del plano por los que pasa el circuito, en los que el campo no está determinado.

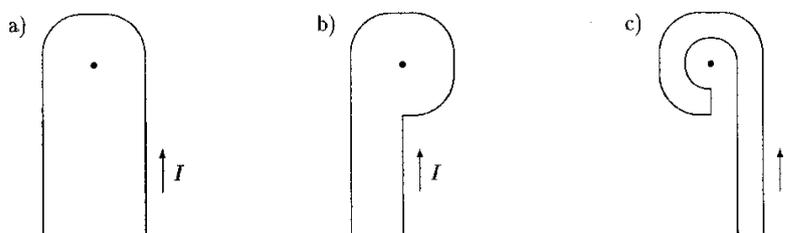
FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

5. a) Utilice la ley de Amper para obtener el campo magnético producido por un hilo recto infinitamente largo por el que circula una corriente constante I . Compare el resultado con el obtenido en el problema 1 d.
b) Use argumentos de simetría para calcular el campo magnético en el punto P^4 .



6. a) Si la ley de Ampère es válida sobre cualquier trayectoria cerrada, ¿por qué no es apropiada para el cálculo del campo magnético en todos los casos?
b) Compare la ley de Ampère y Biot-Savart. ¿Cuál será el método más general para calcular el campo magnético, para un circuito afectado por una corriente estacionaria?
c) Considere la curva de integración involucrada en la ley de Ampère. ¿Puede elegirse esta curva de modo que sus puntos coincidan (en parte o totalmente) con el conductor por el que circula la corriente? Discuta casos de distinta dimensionalidad, es decir cuando el conductor se modela como una curva, una superficie o un volumen.

7. Utilice los resultados obtenidos en los problemas anteriores para calcular el campo magnético en el centro de curvatura de los siguientes circuitos. En cada caso suponga que los radios son de 30 mm (cuando corresponda, un radio pequeño de 15 mm) y las corrientes de 2 A. No olvide indicar la dirección y sentido del campo en cada caso.



Rta: $3,4 \cdot 10^{-4}$ T; $9,72 \cdot 10^{-5}$ T; $1,14 \cdot 10^{-4}$ T.

8. Dos alambres paralelos muy largos están separados una distancia $d = 8$ cm. La intensidad del campo magnético en un punto situado a mitad de camino entre los dos alambres es $B = 296$ T. Si las corrientes que circulan por ambos conductores son de la misma intensidad:

- a) Determine si las corrientes circulan en igual o distinto sentido.
b) Calcule la intensidad de las corrientes.

Rta: 29,6 A.

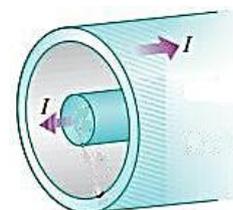
⁴Por razones estrictamente didácticas, sugerimos aquí que no utilice la Ley de Biot – Savart.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

9. Por un conductor cilíndrico macizo de radio $R = 24 \text{ mm}$, que puede considerarse infinitamente largo, circula una corriente $I = 10 \text{ A}$ uniformemente distribuida. Determine el lugar geométrico de los puntos donde el módulo del campo magnético vale $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$?

Rta: 14,4 mm; 4 cm.

10. Considere la sección transversal de un cable coaxial (ver figura). Por los conductores circulan corrientes de igual intensidad y antiparalelas, distribuidas uniformemente.



- Calcule el campo magnético en todos los puntos del espacio.
- Grafique el módulo del campo magnético como función de la distancia al centro del eje.

11. Un cilindro largo, recto, sólido y orientado con su eje en la dirección \hat{k} conduce una corriente cuya densidad viene dada por la expresión:

$$\vec{j} = \begin{cases} \frac{2I_0}{\pi a^2} \left[1 - \left(\frac{r}{a} \right)^2 \right] \hat{k} & r \leq a \\ 0 & r > a \end{cases}$$

Donde a es el radio del cilindro, r es la distancia radial desde el eje del cilindro e I_0 es una constante expresada en Ampere.

- Calcule la corriente total que circula por el cilindro.
- Calcule la corriente que circula a través de una sección trasversal de radio.
- Calcule el campo magnético en todo el espacio (dentro y fuera del cilindro) como función de la distancia radial desde el eje del cilindro. Grafique el módulo del campo en función de la distancia radial.

12. Se denomina solenoide a un arrollamiento de espiras paralelas apretadas, que han sido devanadas sobre una superficie cilíndrica. Determinar el campo magnético de este objeto suele ser un clásico de los cursos introductorios, por lo que sugerimos repase los lineamientos que proponemos a continuación:

- Determine el campo magnético en los puntos del eje de una espira de radio R por la que circula una corriente constante I . Importante: Sólo puede usar la Ley de Biot – Savart.
- Considere un solenoide formado por N espiras idénticas a las de la parte a, de modo que la longitud total del solenoide sea L . En estas condiciones determine el campo magnético sobre los puntos del eje del montaje.
- Extienda el análisis al caso en que tanto N como L se hacen infinitos, manteniendo la proporción $n = N/L = \text{constante}$.
- Utilice la Ley de Amper para extender el resultado c (válido exclusivamente sobre el eje), a cualquier punto del interior del solenoide.
- Use nuevamente la Ley de Amper para probar que, en las condiciones de la parte c, el campo exterior es nulo.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

13. Un solenoide de longitud $l = 40$ cm y diámetro $d = 1$ cm, está formado por 1000 vueltas de alambre bien apretadas.

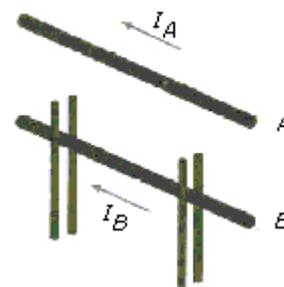
a) ¿Qué corriente debe circular por el solenoide para que el campo magnético en su interior tenga una intensidad $B = 10^{-4}$ T?

b) Con la corriente calculada en a), ¿cuál será la intensidad del campo magnético en los extremos del solenoide, justo sobre su eje?

Rta: 0,032 A; 5mT.

14. Un toroide de sección cuadrada de 5,2 cm de lado y 16,2 cm de radio interior, tiene 535 vueltas uniformemente distribuidas. Determine el campo magnético como función de la distancia al eje del toroide, para puntos interiores y exteriores al mismo.

15. Dos largos conductores paralelos conducen corrientes en la misma dirección, como se indica en la figura. El conductor A conduce una corriente de 150 A y se mantiene fijo en su posición. El conductor B conduce una corriente I_B y se deja que deslice libremente hacia arriba y hacia abajo (paralelo a A), entre un conjunto de guías no conductoras. Si la masa por unidad de longitud del conductor B es 0,1 g/cm: ¿qué valor de la corriente I_B se producirá en el equilibrio cuando la distancia entre los dos conductores es 2,5 cm? Explícite el procedimiento empleado en la resolución del problema (indicando, justificadamente, las leyes empleadas, consideraciones realizadas, diagramas confeccionados, análisis de resultados, etc).



Rta: 833,3 A.

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<http://www.ib.edu.ar/becaib/cd-ib/trabajos/Funes.pdf>

<http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Practica/pr-36/PR-36b.html>

<http://www.enciga.org/taylor/pr/Oersted.pdf>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 10: FLUJO MAGNÉTICO.

AUTO INDUCCIÓN. INDUCCIÓN MUTUA.

LEY DE FARADAY. REGLA DE LENZ

1. a) A partir de la ley de Faraday, explique qué debe suceder para que en un conductor se genere f.e.m. inducida. Ejemplifique su respuesta.

b) ¿Cuál es la manera más sencilla de obtener energía eléctrica si sólo se dispone de un conductor en forma de espira? Justifique su respuesta.

c) Ingrese al sitio http://phet.colorado.edu/sims/faradays-law/faradays-law_en.html e interactúe con la simulación allí propuesta a fin de estudiar experimental y virtualmente la ley de Faraday.

2. Indique si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas. Justificar:

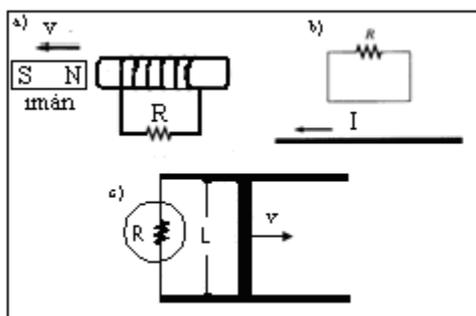
a) La fuerza electromotriz (f.e.m.) de un circuito es proporcional al flujo magnético que atraviesa el circuito.

b) La intensidad de corriente que recorre una espira siempre tiende a disminuir el flujo magnético que la atraviesa.

c) Para que un campo magnético pueda crear una corriente eléctrica en un circuito es necesario que

- i. El flujo a través de la superficie del circuito sea nulo.
- ii. El circuito esté colocado perpendicularmente al campo.
- iii. El circuito permanezca en todo momento inmóvil.
- iv. El flujo a través de la superficie del circuito varíe con el tiempo.

3. a) ¿Qué ley emplearía para decidir la dirección de las corrientes que se inducen en los sistemas que aparecen en la figura? Justifique su elección.



b) ¿Cuál es la dirección de la corriente inducida en el resistor R de la figura a)?

c) ¿Cuál es la dirección de la corriente inducida en R cuando la corriente I en la figura b disminuye rápidamente hasta cero? Justifique su respuesta.

d) Una barra de cobre, se encuentra conectada a una resistencia a través de rieles conductores, como se muestra en la figura c. Dicha barra se mueve (con velocidad constante) hacia la derecha, en una zona donde existe un campo magnético (constante y uniforme) perpendicular a la superficie que estos elementos conforman. ¿Cuál es el sentido la corriente inducida en R?

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

4. a) Suponga una espira circular que se encuentra en el plano del papel inmersa en un campo magnético variable. Determine en cada caso que se detalla el sentido de circulación de la corriente y el sentido de la f.e.m.

- i) cuando B es entrante en el papel y se atenúa con el tiempo.
- ii) cuando B es saliente en el papel y se atenúa con el tiempo.
- iii) cuando B es entrante en el papel y aumenta con el tiempo.
- iv) cuando B es saliente en el papel y aumenta con el tiempo.

b) ¿Cuál es el significado del signo negativo en la ley de Faraday? Discuta observando cualquiera de las situaciones anteriores. ¿Observa algo en contra de algún principio fundamental de la naturaleza?

5. Una espira conductora circular se encuentra sostenida en posición horizontal. Una barra de hierro magnetizada longitudinalmente (imán) se deja caer en posición vertical, de modo que en la caída pase a través de la espira. Describa cualitativamente la corriente que se induce en la espira como función del tiempo, durante la caída del imán. ¿Cambiará la descripción si se repite la experiencia invirtiendo la orientación del imán?

6. Un ingenioso experimento consiste en dejar caer un imán a través de un tubo metálico no ferromagnético (por ejemplo de aluminio). Si el tubo es suficientemente estrecho, a la vez que el imán es bastante potente y liviano, se observará que este último desciende a velocidad constante y en forma sorprendentemente lenta.

a) Discuta las razones de este comportamiento. ¿Qué fuerzas actúan sobre el imán? ¿Cuáles son los agentes productores de dichas fuerzas? ¿Habrán corrientes eléctricas en el tubo? (Si su respuesta es afirmativa, descríbalas) ¿Qué sucede con la energía mecánica del sistema? ¿Habrán disipación térmica?

b) ¿Qué ocurriría si el experimento se repitiera con un tubo que posee una ranura longitudinal? ¿Y si el tubo fuera de vidrio o de PVC?

Solicite el material necesario, en el laboratorio de la Facultad, para realizar la experiencia.

7. En cierta región del espacio existe un campo magnético \vec{B}_0 . Una varilla conductora se traslada con velocidad constante \vec{V}_0 , de modo que la varilla, el vector campo magnético y el vector velocidad son mutuamente perpendiculares.

a) Construya un diagrama de la situación.

b) ¿Qué fuerzas experimentan los electrones libres del conductor? ¿Por qué se produce este fenómeno?

c) Indique la dirección del campo eléctrico en la barra y cuál es el extremo que se encuentra a mayor potencial.

d) ¿Qué fuerza debe hacer un agente externo para mantener el movimiento?

e) ¿Cuál será la potencia convertida en energía térmica de la barra?

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

8. Un bobinado de 2000 vueltas muy apretadas, ha sido devanado sobre una llanta de bicicleta (hecha de aluminio) cuyo radio es $R = 35$ cm. La llanta se ha montado de modo que puede hacerse girar alrededor de uno de sus diámetros, orientado en dirección este — oeste. Completando el circuito, los extremos del bobinado se han unido a una pequeña lámpara que requiere una tensión de 1,5 V para encender plenamente.

a) Sabiendo que el módulo del campo magnético terrestre en La Plata es de 0,3 Gs, determine la frecuencia con que debe hacerse girar el montaje para que encienda la lámpara.

b) Describa cualitativamente la intensidad de la lámpara como función del tiempo.

Solicite el material necesario, en el laboratorio de la Facultad, para realizar la experiencia.

Rta: 10, 34 Hz.

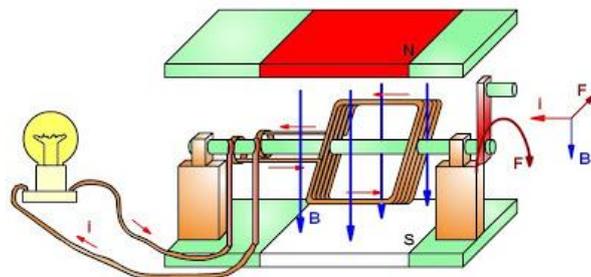
9. Un conductor infinitamente largo y una espira rectangular (20 cm x 40 cm) de resistencia $R = 20 \Omega$ se montan en un mismo plano. El lado más largo de la espira es paralelo al conductor y se encuentran separados 15 cm. Calcule la corriente que circulará por la espira, cuando por el conductor circula una corriente alterna con una amplitud de 1 A y una frecuencia de 50 Hz.

Rta: $3,45 \cdot 10^{-7} \text{ sen } \omega t$ [A].

10. Una antena de televisión de UHF está formada por una espira circular cuyo diámetro de 11,2 cm. El campo magnético de una señal de T.V. es normal al plano de la espira y espacialmente uniforme. Suponga que en cierto instante la intensidad de dicho campo está cambiando a razón de 157 mT/s. Calcule la fuerza electromotriz inducida en la antena.

Rta: 1,54 mV.

11. La figura muestra una versión simple de un alternador, un dispositivo que genera una f.e.m. Se hace girar una espira rectangular con rapidez angular ω constante en torno al eje que se muestra. El campo magnético B es uniforme y constante. Encontrar la f.e.m inducida.



12. Determine el coeficiente de autoinducción para los siguientes casos:

a) Un solenoide infinitamente largo, de radio R y n espiras por unidad de longitud.

b) Un coaxil infinitamente largo, formado por dos tubos cilíndricos de espesor despreciable y radios R_1 y R_2 ($R_1 < R_2$). Suponga que la corriente circula a lo largo del tubo interno en un sentido y por el tubo externo en sentido contrario.

c) Un coaxil infinitamente largo formado por un cilindro macizo de radio R_1 y un tubo hueco de espesor despreciable y radio R_2 . Suponga que cuando la corriente circula por el conductor macizo, lo hace uniformemente distribuida.

d) Un toroide de sección cuadrada, de lado A , con N vueltas y radio interior R .

13. Calcule el coeficiente de inducción mutua del circuito planteado en el problema 9.

14. Sobre los devanados de cierta bobina, se induce una f.e.m de 96 mV cuando la corriente en otra bobina cercana está aumentando a razón de 1,20 A/s. ¿Cuál será el coeficiente de inducción mutua del montaje?

Rta: 0,98 H.

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/foucault1/foucault1.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=ia7L24cmcSM>

<https://hipertextual.com/2015/04/maglev-asi-funciona-tren-vuela-600-kilometros-hora>

<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/el-campo-magn>

https://www.youtube.com/watch?v=Pu9_j_xq3zA

https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_inductivo

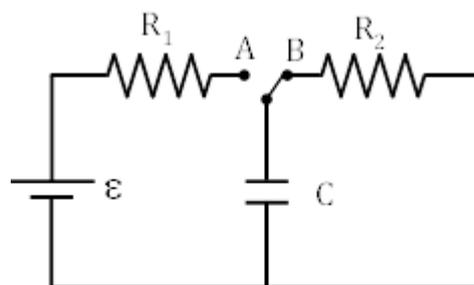
http://www.fisica.unam.mx/noticias_imelfuturoendeteccion2013.php

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/foucault/foucault.htm>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 11

CIRCUITOS TRANSITORIOS RC Y RL.

1. Un capacitor de capacidad C , se conecta a dos resistores, R_1 y R_2 y a una batería V tal como se muestra en la figura. Inicialmente la llave se localiza en la posición A. El capacitor se encuentra inicialmente descargado.



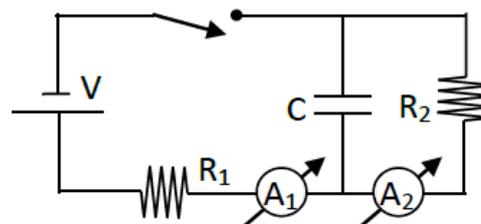
- Calcule la carga en el capacitor, la corriente a través de la resistencia y la diferencia de potencial entre las placas del capacitor y en los extremos de la resistencia en función del tiempo.
- Grafique las expresiones obtenidas en a) en función del tiempo.
- Encuentre la expresión de la energía en el capacitor como función del tiempo y la energía total almacenada en el mismo.
- Calcule la tasa de variación de la energía en el capacitor.
- Evalúe la potencia disipada en la resistencia y entregada por la batería. Compare los resultados obtenidos con el calculado en c) y discuta sus resultados.
- Si la llave es desplazada de la posición A a la B, encuentre las nuevas expresiones en función del tiempo para la carga y diferencia de potencial del capacitor y la corriente a través de la resistencia.
- Grafique las expresiones obtenidas en g) en función del tiempo.

2. En el proceso de carga de un capacitor que se encuentra inicialmente descargado, las componentes se conectan en una única malla. Ellos son un capacitor de $C = 100 \mu\text{F}$, una resistencia de $R = 2 \times 10^5 \Omega$ y una batería de fem $\varepsilon = 10 \text{ V}$. Además, el circuito consta de un interruptor que se cierra al tiempo $t = 0 \text{ s}$. Al cabo de 10 s de cerrado el interruptor, calcule:

- la carga en el capacitor.
- la corriente en el resistor.
- la tasa a la cual se almacena la energía en el capacitor (potencia).
- la tasa a la cual la batería entrega energía.

Rta: a) $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ C}$; b) $3 \cdot 10^{-5} \text{ A}$.

3. El capacitor de $1 \mu\text{F}$ del circuito de la figura se encuentra inicialmente descargado, los resistores valen $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$ y la batería entrega una diferencia de potencial de 12 V . Determine las lecturas de cada amperímetro:

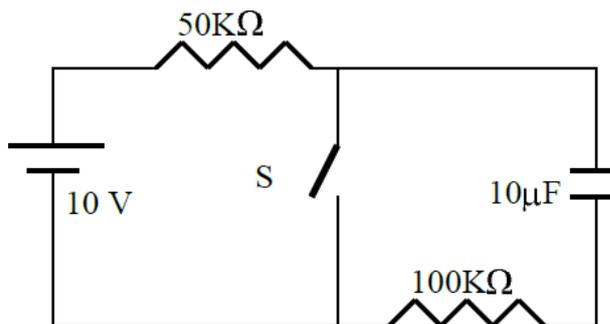


- en el instante en que el interruptor se cierra.
- después que el interruptor se mantuvo cerrado durante un largo tiempo.
- Calcule la carga del capacitor

Rta: a) $1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$, 0; b) $1,67 \cdot 10^{-4} \text{ A}$; $8,4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$.

4. En el circuito de la figura, el interruptor S ha estado abierto durante un largo tiempo. Luego se cierra repentinamente. Calcule:

- la constante de tiempo antes de cerrar el interruptor y después de cerrado.
- la carga del capacitor antes de cerrar el interruptor.
- la corriente, en función del tiempo, a través del interruptor si se cierra en $t=0s$.



Rta: a) 1,5 s, 1 s; b) 100 μC .

5. Un capacitor de placas paralelas, de capacidad $2\mu F$, se carga totalmente al ser conectado a una fuente de 110 V. Luego se lo desconecta de la fuente y se lo conecta a una lámpara de resistencia 1Ω .

- Si la lámpara brilla hasta que la carga en el capacitor se reduce en un 90% de la inicial, ¿cuánto tiempo permanecerá encendida dicha lámpara?
- Si se desea duplicar el tiempo en que permanece encendida la lámpara: ¿cuál debería ser la capacidad del capacitor?
- ¿Cómo modificaría el capacitor para lograr la capacitancia deseada?

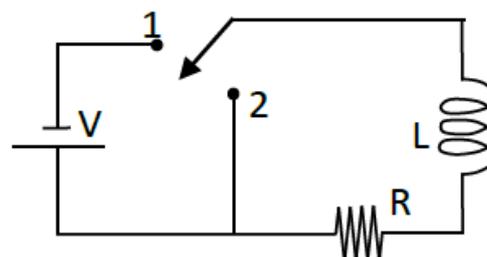
Rta: a) 0,6 μs ; b) 2 μF .

6. En algunas cámaras fotográficas, el flash integrado se enciende con la energía almacenada en un capacitor cargado con baterías de 9 V. Una vez que se enciende el flash, el capacitor debe cargarse rápidamente por medio de un circuito RC interno. Si la capacidad del capacitor tiene un valor de 0,1 F. ¿Cuál debe ser la resistencia para que el capacitor quede cargado al 80% de su carga para encender la luz de nuevo en 5 s?

Rta: 31 Ω .

7. Suponga que el interruptor de la figura está inicialmente en la posición 1. Calcule:

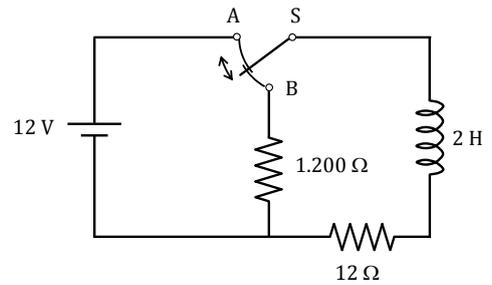
- la corriente a través de la resistencia y la diferencia de potencial en los extremos de la bobina y en los extremos de la resistencia en función del tiempo.
- la expresión de la energía en la bobina como función del tiempo.
- la tasa de variación de la energía en la bobina.
- la potencia disipada en la resistencia y entregada por la batería. Compare los resultados obtenidos con el calculado en c).
- la corriente, la diferencia de potencial, la energía en la bobina y la potencia disipada en la resistencia en función del tiempo cuando el interruptor se cambia de la posición 1 a la posición 2.
- Muestre que la energía almacenada en la bobina se disipa como energía térmica en la resistencia.



FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

8. Una aplicación de un circuito RL es la generación de una alta tensión que varía en el tiempo a partir de una fuente de baja tensión, como se muestra en la figura.

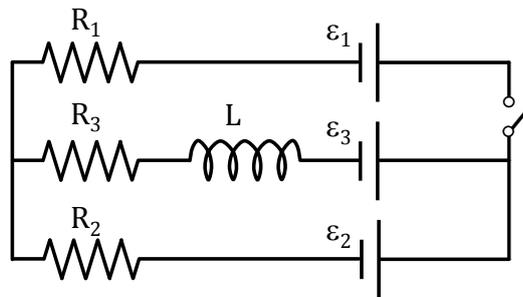
- ¿Cuál es la corriente en el circuito un largo tiempo después de que el interruptor ha estado en la posición A?
- Cuando se invierte el conmutador ¿cuál es la diferencia de potencial inicial en la resistencia de 1200Ω ?
- ¿Cuánto tiempo transcurre hasta que dicha diferencia de potencial disminuya hasta 12 V ?



Rta: a) 1 A; b) 1200 V, c) 7,7 ms.

9. En el circuito de la figura con $\varepsilon_1 = 20\text{V}$, $\varepsilon_2 = 40\text{V}$, $\varepsilon_3 = 10\text{V}$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $R_3 = 20\Omega$. Si antes de cerrar el interruptor S, por la malla inferior se había establecido ya una corriente estacionaria, encuentre:

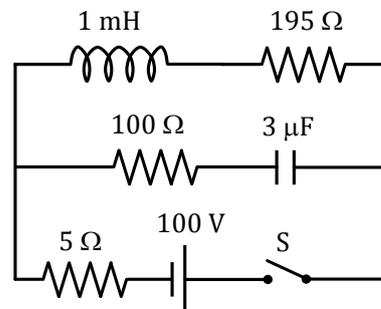
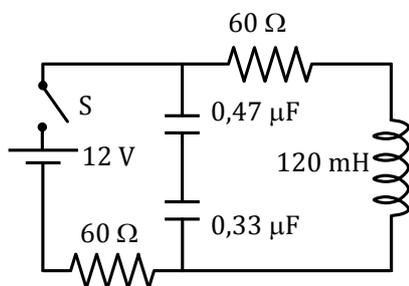
- la corriente que circula por la malla inferior un instante previo de cerrar S.
- la corriente en cada rama del circuito inmediatamente luego de que se cerró el interruptor S.
- las corrientes luego de un tiempo muy largo después de cerrar S.



Rta: a) 1 A; b) 3,3 A, 1 A, 1 A; c) 0,04 A, 3,06 A, 3,08 A.

10. Para los siguientes circuitos calcule:

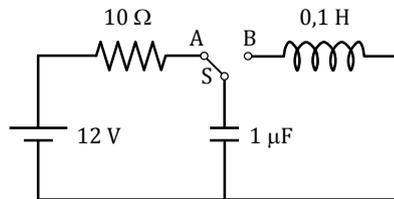
- las corrientes, en cada rama, justo después de cerrar el interruptor.
- las corrientes, en cada rama, luego de transcurrido mucho tiempo desde el cierre del interruptor.
- la carga y la energía almacenada en cada capacitor (en la condiciones del inciso b).
- la energía final almacenada en la autoinducción (en la condiciones del inciso b).



Rta: a) 0,2 A; 0,1 A / 0,95 A; 0,5 A; b) 1,14 μC / 292,5 μC .
c) 6 10^{-4} J / 1,25 10^{-4} J.

11. El interruptor de la figura se conecta al punto a durante un largo tiempo. Después de que el interruptor se mueve al punto b, encuentre:

- la frecuencia de oscilación en el circuito LC.
- la carga máxima que se acumula en el capacitor y la corriente máxima que circula por el inductor y $t = 3$ s.



Rta: a) 1591,5 Hz; b) 12 μ C, 20 mA.

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Presentacion-Desfibrilador-Microfono_23188.pdf

https://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico

<http://equipo5capacitores.blogspot.com.ar/>

<http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/349/1259/6572/6589/77754.pdf>

http://es.slideshare.net/Biologiaintermedio1c/celulas-exitables-clase-1?next_slideshow=1

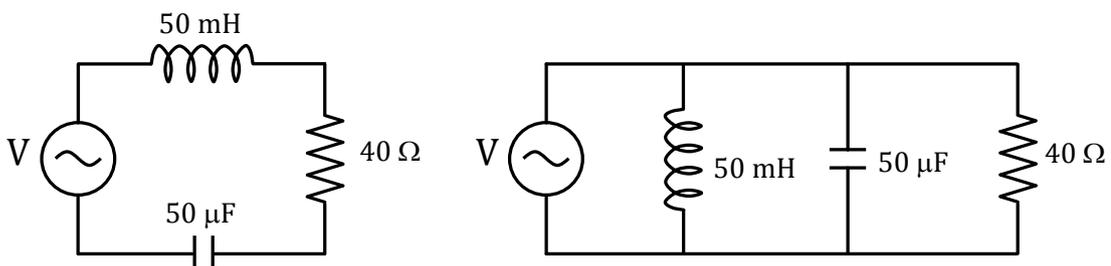
TRABAJO PRÁCTICO Nº 12 CORRIENTE ALTERNA.

1. Considere un generador de fuerza electromotriz $\varepsilon(t)$
 - a) Explique el significado del término fuerza electromotriz.
 - b) Deduzca la expresión que relaciona $\varepsilon(t)$ con la corriente $i(t)$ si entre los terminales de dicho generador se conecta un resistor.
 - c) Repita el inciso anterior para el caso en que se conecte un capacitor.
 - d) Repita el inciso anterior para el caso en se conecte un inductor.
 - e) Realice en cada caso el diagrama fasorial y la representación de las variables en función del tiempo.

Visite el sitio <http://phet.colorado.edu/en/simulation/generator> e interactúe con la simulación allí provista para estudiar experimentalmente el fenómeno analizado en el inciso anterior.

2. Considere una resistencia en serie con una inductancia, conectadas a un generador de alterna.
 - a) ¿Depende la potencia disipada en la resistencia de la frecuencia del generador?
 - b) Demuestre que durante la mitad del tiempo de un ciclo de la corriente alterna el generador entrega energía a la inductancia y que esa energía es devuelta al generador en la mitad siguiente del ciclo.
3. ¿Por qué las empresas distribuidoras de energía eléctrica ponen límites a los valores mínimos permitidos para el factor de potencia?
4. ¿Por qué las líneas de transmisión de energía eléctrica utilizan alta tensión?
5. Se conectan en serie a 220 V dos lámparas, cuyas especificaciones son: “220V - 100 W” y “220V - 40W”. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
 - a) Las dos iluminan igual.
 - b) Ilumina más la de 100 W.
 - c) Ilumina más la de 40 W.
 - d) Se quema la de 40 W.
 - e) Se quema la de 100 W

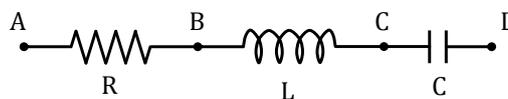
6. La fuente de tensión de la figura tiene una salida $V(t) = 100 \cos(1000 \omega t)$ V.
 - a) Realice el diagrama fasorial para cada circuito.
 - b) Determine para cada circuito la corriente y la diferencia de potencial en cada elemento.
 - c) Calcule la potencia suministrada por la fuente en ambos casos.



Rta: b) 2 A, 100 V, 80 V, 40 V; c) 160 W / b) 2 A, 5 A, 2,5 A; c) 320 W.

7. Una fuente CA con $V_{\text{MAX}} = 150 \text{ V}$ y $f = 50 \text{ Hz}$ está conectada entre los puntos a y d de la figura. Calcule la diferencia de potencial entre los puntos:

- a) a y b;
- b) b y c;
- c) c y d,
- d) b y d.



Datos: $R = 40\Omega$; $L = 185 \text{ mH}$; $C = 65\mu\text{F}$

Rta: a) 146 V; b) 212 V; c) 178,7 V; 33V.

8. Un generador de corriente alterna se conecta a una "caja negra", por medio de un par de terminales. La caja contiene un circuito RLC, posiblemente un circuito de varias mallas, cuyos elementos y arreglo no conocemos. La tensión y corriente que caracteriza este circuito son las siguientes: $V(t) = 75 \text{ sen}(\omega t) \text{ V}$ y $i(t) = 1,2 \text{ sen}(\omega t + 0,2) \text{ A}$. Responda justificando cada una de sus respuestas:

- a) ¿Cuál es el factor de potencia?
- b) ¿Se atrasa o se adelanta la f.e.m a la corriente?
- c) El circuito que está en la caja, ¿es de naturaleza inductiva o capacitiva?
- d) ¿Se encuentra el circuito de la caja en resonancia?
- e) ¿Debe haber un capacitor en la caja? ¿Un inductor? ¿Un resistor?
- f) ¿Qué potencia recibe la caja del generador?

9. Un circuito de CA de 110V y 60 Hz tiene una resistencia de 8Ω y una inductancia de 10 mH conectados en serie.

- a) ¿Cuál es el factor de potencia?
- b) ¿Cuál es la capacidad del capacitor que, colocado en serie con el circuito transformaría el factor de potencia en el valor 1?
- c) ¿En qué fracción aumenta la intensidad de corriente por la introducción del capacitor?

Rta: a) 0,9; b) $7 \cdot 10^{-4} \text{ F}$; c) 9/10.

10. Un circuito serie de corriente alterna está compuesto por una resistencia de 2Ω , un capacitor de $50 \mu\text{F}$ y una bobina de 0,1 H.

- a) Calcule la frecuencia del generador para que la corriente esté adelantada 45° respecto de la tensión.
- b) Si la tensión máxima producida por el generador es de 12 V ¿qué valor indicará un amperímetro conectado en este circuito?

Rta: a) 72,3 Hz; b) 3,47 A.

11. Un circuito RLC serie se haya conectado a una fuente de CA de 200 V de tensión máxima y frecuencia angular de 2500 rad/s. La resistencia es de 60Ω y la capacidad de $8 \mu\text{F}$. Si la caída de potencial en los extremos del capacitor no puede superar los 150V, halle:

- a) la intensidad de corriente máxima que se establece en el circuito.

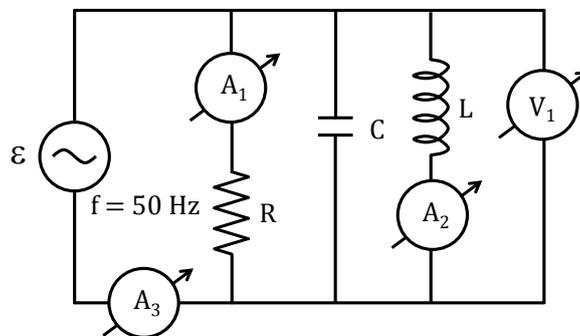
FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

- b) el valor de la inductancia, sabiendo que la corriente del circuito adelanta a la tensión de la fuente.
- c) el ángulo de desfase entre la corriente del circuito y la tensión de la fuente.
- d) la potencia disipada por el circuito.

Rta: a) 18,9 A; b) 8,3 mH; c) $0,14 \pi$ d) 540 W.

12. Si los instrumentos de la figura indican $A_1= 4A$, $A_2=3A$, $A_3= 5A$ y $V_1= 100 V$:

- a) Realice el diagrama fasorial.
- b) Calcule la corriente eficaz por el capacitor.
- c) Calcule el valor de R, L y de C.
- d) Calcule la potencia disipada en el circuito.



Rta: a) 6 A; b) 25 Ω , 0,088 H, $2 \cdot 10^{-4}$ F; 400 W.

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<http://personales.upv.es/jogomez/simula/simula.html>

<http://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=es>

<https://www.edumedia-sciences.com/es/media/610-generator-de-electricidad>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 13

ECUACIONES DE MAXWELL EN EL VACÍO.

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

1. Escriba las ecuaciones de Maxwell en su forma integral y diferencial, en el vacío, con carga y corriente. Indique el significado físico de cada una de ellas. Indique diferencias y similitudes, de haberlas, entre ambas formas de presentarlas.
2. a) Las líneas del campo magnético son continuas y cerradas. ¿Qué ecuación de Maxwell lo asegura? Utilice este argumento para explicar, que el campo magnético generado por un toroide está confinado en su interior.
b) La supuesta existencia de los monopolos magnéticos afectaría a las ecuaciones de Maxwell. Aclare a cuál de las ecuaciones de Maxwell se alteraría y escriba cuál sería su nueva forma.
3. a) Explique, según sus propias concepciones, por qué puede interpretarse la ley de la inducción de Faraday diciendo que “un campo magnético variable genera un campo eléctrico”
b) ¿Qué se conoce como “corriente de desplazamiento”? ¿Qué similitudes y diferencias tiene con la “corriente de conducción”? ¿La corriente de desplazamiento se puede medir con un amperímetro?
4. Suponga que observa a lo largo de la misma dirección y sentido de un campo eléctrico, que se incrementa al transcurrir el tiempo. ¿El campo magnético inducido será en la dirección de las manecillas del reloj o de sentido contrario? ¿Qué sucede si E apunta hacia $Ud.$ y disminuye?
5. Analice la veracidad de las siguientes proposiciones. Justifique, de ser posible utilizando las ecuaciones de Maxwell, su respuesta.
 - a) Las ecuaciones de Maxwell se aplican a campos constantes en el tiempo.
 - b) El campo magnético es no conservativo.
 - c) La corriente de desplazamiento asociada al cargar un capacitor, es siempre igual magnitud que la corriente de conducción que circula por los cables.
 - d) Cuando un capacitor cargado se descarga a través de una resistencia, la corriente de desplazamiento fluye a través de la misma.
6. Un capacitor tiene placas plano paralelas horizontales circulares de 2,3 cm de radio separadas 1,1 mm sin material entre ellas. En la placa superior está entrando carga al mismo tiempo que sale de la placa inferior a un ritmo de $5 \mu\text{C/s}$.
 - a) Halle la variación por unidad de tiempo del campo eléctrico entre las placas.
 - b) Calcule la corriente de desplazamiento entre las placas.

Rta: a) $3,4 \cdot 10^8 \text{ N/Cs}$; b) $5 \mu\text{C/s}$.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

7. Considere un capacitor de placas paralelas circulares de radio 0,6 cm y cuya capacidad es de 1,2 μF . El mismo se carga a una tasa de 12,9 mC/s. ¿Cuál será el valor del módulo del campo magnético a una distancia de 0,15 cm del eje central de las placas?

Rta: $1,07 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

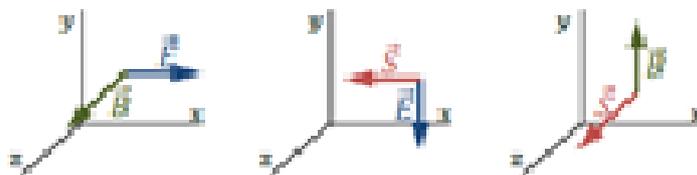
8. El campo eléctrico entre las placas de un capacitor de placas circulares y radio R varía con el tiempo según $\vec{E} = (100t^2 - 200t)\hat{k}$, en unidades SI. Encuentre el campo magnético que existe en esa región del espacio.

Rta: $\epsilon_0\mu_0R(50t - 100)$

9. Indique si las siguientes proposiciones son verdaderas o falsas.

- a) Las ecuaciones de ondas puede deducirse a partir de las Ecuaciones de Maxwell.
- b) Las ondas electromagnéticas son ondas transversales.
- c) En una onda electromagnética los campos eléctricos y magnéticos están en fase.

10. En cada uno de los gráficos se representan tres ondas electromagnéticas en un punto mediante dos de sus tres magnitudes características. Dibuje, para cada caso, la dirección y sentido del vector que representa la magnitud faltante.



11. Una onda electromagnética en el vacío tiene un campo eléctrico cuya amplitud es 220 V/m. Calcule la amplitud del campo magnético correspondiente.

Rta: $7,33 \cdot 10^{-7} \text{ T}$

12. Un láser emite una onda electromagnética sinusoidal de frecuencia $4 \times 10^{13} \text{ Hz}$. La onda se propaga en el vacío en la dirección y, el campo magnético oscila en la dirección x y tiene una amplitud de $7,3 \times 10^{-4} \text{ T}$. Escriba las ecuaciones para los campos eléctrico y magnético y el vector de Poynting en función de las coordenadas y del tiempo.

$$\begin{aligned} \text{Rta } \vec{E}(y, t) &= -2 \cdot 10^5 \text{ sen}(1,2 \cdot 10^{-6}y - 2,5 \cdot 10^{14}t)\hat{k}: \\ \vec{B}(y, t) &= 7,3 \cdot 10^{-4} \text{ sen}(1,2 \cdot 10^{-6}y - 2,5 \cdot 10^{14}t)\hat{i} \\ \vec{S}(y, t) &= 146 \text{ sen}^2(1,2 \cdot 10^{-6}y - 2,5 \cdot 10^{14}t)\hat{j} \end{aligned}$$

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

13. Una onda electromagnética plana, linealmente polarizada tiene una frecuencia de 100 MHz y se propaga en el vacío. El campo eléctrico está dado por $\vec{E}(z, t) = 30 \text{ sen}(kz - \omega t)\hat{i}$. Determine:

- la longitud de onda y la dirección y sentido de propagación.
- el campo magnético como función de las coordenadas espaciales y la coordenada temporal.
- el vector de Poynting como función de las coordenadas espaciales y la coordenada temporal, y la intensidad de la onda.
- Realice un gráfico adecuado que represente la onda que se propaga.
- Calcule la densidad de energía transportada por la onda.

Rta a) $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$; b) $\vec{B}(z, t) = 1 \cdot 10^{-7} \text{ sen}(kz - \omega t)\hat{j}$

c) $\vec{S}(z, t) = 2,38 \text{ sen}^2(kz - \omega t)\hat{k}$; d) $8 \cdot 10^{-6} \text{ J/m}^3$.

14. El vector de Poynting de una onda electromagnética plana en el vacío, expresado en el SI, es $\vec{S}(x, t) = 220 \text{ cos}^2(12x - \omega t)\hat{i}$. Indique:

- la longitud de onda y la frecuencia.
- la dirección y sentido de propagación.
- el campo magnético y el campo eléctrico como función de las coordenadas espaciales y la coordenada temporal.
- la intensidad de la onda.
- Realice un gráfico adecuado que represente la onda que se propaga.
- Calcule la densidad de energía transportada por la onda.

15. Un aeroplano que vuela a una distancia de 11,3 Km de un transmisor de radio recibe una señal de $7,83 \text{ W/m}^2$. Calcule:

- la amplitud del campo eléctrico en el aeroplano debido a esta señal.
- la amplitud del campo magnético en el aeroplano.
- la potencia total radiada por el transmisor, suponiendo que este irradia uniformemente en todas las direcciones.

Rta: a) $54,33 \text{ N/C}$; b) $1,81 \cdot 10^{-7} \text{ T}$; c) $1,25 \cdot 10^{10} \text{ W}$.

16. Una comunidad planea construir una instalación para convertir la radiación solar en potencia eléctrica. Requieren 1 MW de potencia, y el sistema que se va a instalar tiene una eficiencia de 30 % (esto es, 30 % de la energía solar incidente sobre la superficie se convierte en energía eléctrica). ¿Cuál debe ser el área efectiva de una superficie absorbente perfecta utilizada en una instalación de este tipo? Suponga un flujo de energía constante de 1000 W/m^2 .

En los siguientes sitios pueden encontrar información relacionada con el tema.

<http://www.astrofiscayfisica.com/2012/06/que-es-el-espectro-electromagnetico.html>

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/experiencias/espectro/espectro.html>

https://www.ecured.cu/Espectro_electromagn%C3%A9tico

<https://electromagnetic-fields.wikispaces.com/RADIACION+DE+UN+DIPOLO>

http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/science/newsid_6151000/6151260.stm

http://www.tecnoplora.com/ciencia/divulgacion/como-calculiar-velocidad-luz-microondas-casa-algunas-chuches_2015032757fcc15a0cf2a2e945ba51ad.html

<http://cientecr.blogspot.com.ar/2013/02/electromagnetismo-y-celulares.html>

TRABAJO PRÁCTICO Nº 13

OPTICA FÍSICA

- Realice un esquema que permita representar el fenómeno de interferencia y explique las condiciones que se deben dar para observar, proyectado en una pantalla: zonas luminosas y zonas oscuras.
 - Ingrese al sitio <http://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference> e interactúe con la simulación allí propuesta a fin de estudiar virtualmente el fenómeno analizado en el inciso anterior
- Dos rendijas separadas por una distancia de 1 mm se iluminan con luz roja de $\lambda = 6,5 \cdot 10^{-7} \text{m}$. La franja de interferencia se observa en una pantalla ubicada a 1m de las rendijas. Halle la distancia entre dos franjas brillantes y entre dos franjas oscuras
- Una fina capa de aceite ($n = 1,30$) yace sobre el agua ($n = 1,33$) y es iluminada de manera normal por luz blanca. Sólo las longitudes de ondas consecutivas, correspondientes a las radiaciones “violeta” ($\lambda = 400 \text{ nm}$) y “roja” ($\lambda = 666 \text{ nm}$), no están presentes en la luz reflejada. Halle el espesor de la capa
- Escriba las ecuaciones que le permiten estudiar la posición de máximos y mínimos en el fenómeno de difracción. Indique el significado de cada parámetro involucrado.
 - Realice un esquema que le permita representar el fenómeno de difracción en una rendija, complementándolo y relacionándolo con un gráfico donde indique qué se percibiría en una pantalla colocada detrás de la rendija y un gráfico que muestre la distribución de intensidades.
 - Ingrese al sitio <http://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-interference> e interactúe con la simulación allí propuesta a fin de estudiar virtualmente el fenómeno analizado en el inciso anterior
- Cuando se ilumina una red de difracción con luz de longitud de onda $\lambda = 580 \text{ nm}$, se observa el tercer mínimo de difracción a una distancia de 2,5 m del máximo central sobre una pantalla situada a 5 m de la red; y que el cuarto máximo de interferencia coincide con el primer mínimo de difracción.
 - Realice un esquema de la situación analizada.
 - Enuncie, indicando el significado físico de las variables involucradas, los modelos matemáticos que le permitirán calcular la constante de la red y el ancho de cada ranura de dicha red para que se produzca el fenómeno descrito.
 - Halle la constante de red y el ancho de las ranuras.
- ¿En qué consiste el fenómeno de “polarización por reflexión”? Enuncie el modelo matemático que le permitirá estudiar dicho fenómeno
 - Calcule el ángulo de incidencia con que debe llegar un rayo de luz natural para polarizarse totalmente por reflexión, en un cristal de índice de refracción 1,5.

FÍSICA II Facultad Regional La Plata – UTN

7. Cuando una determinada muestra biológica es atravesada por luz monocromática de 426 nm de longitud de onda en el vacío, esta luz se divide en dos haces polarizados linealmente perpendiculares entre sí, siendo sus índices de refracción 1,316 y 1,332.
- ¿Cuáles son las velocidades y la longitudes de onda de estos haces en el interior de la muestra?
 - Si la muestra tiene un espesor de 0.001 mm, ¿cuál es la diferencia de fase introducida entre los dos haces al atravesarla?