



Capítulo 2: Recapitulación de Electromagnetismo de acuerdo con la Enseñanza Media

2.1 Electricidad

* Constantes

e = carga del protón > 0

$= + 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ = carga mínima posible o "cuanto" de carga eléctrica

Carga del electrón: $-e$

1 Coulomb = $6.25 \cdot 10^{18}$ cargas elementales

m_p = masa del protón = $1.7 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

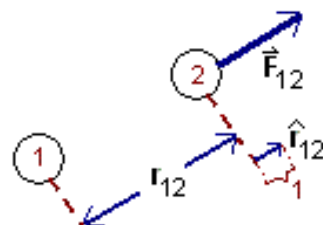
m_e = masa del electrón = $9 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$

K = constante eléctrica = $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$

- Todo cuerpo posee cargas eléctricas
- Si el cuerpo tiene déficit de electrones, la carga neta es positiva
- Si el cuerpo tiene exceso de electrones, la carga neta será negativa
- Inducción electrostática: fenómeno por el cual un cuerpo puede adquirir carga eléctrica debido a la influencia de otro cuerpo cargado situado en su vecindario

* Ley de Coulomb

La fuerza eléctrica generada por la carga 1 percibida por la carga 2 es:



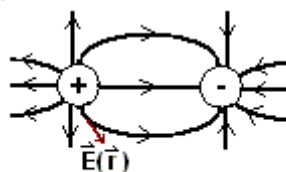
$$\vec{F}_{12} = K \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$$

\vec{F}_{12} es repulsiva si las cargas son del mismo signo.

2.2 Campo Eléctrico (CE)

- Líneas de fuerza o de Campo (eléctrico): son una representación gráfica del CE consistente en líneas que indican la dirección y sentido del CE en cada punto del espacio. Las líneas de campo se construyen de modo que el vector \vec{E} sea tangente a las líneas de campo. Además, las líneas de campo presentan la propiedad de que \vec{E} es más intenso (mayor módulo) en aquellos lugares donde hay una mayor densidad de líneas.

A continuación se indican las líneas de campo para un arreglo de dos cargas, una positiva y la otra negativa:



Intente visualizar las Líneas de Campo tridimensionalmente



- El CE en la posición \vec{r} percibido por la carga de prueba Q es:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \vec{F}(\vec{r})/Q \quad [\text{N/C}]$$

donde $\vec{F}(\vec{r})$ es la fuerza eléctrica percibida por la carga de prueba en la posición \vec{r} .

- Para una carga puntual: $E = KQ/r^2$ (dirección radial hacia dentro si $Q < 0$)
- Principio de Superposición: dado que el CE es un vector, debe cumplirse que:

$$\vec{E}_{\text{tot}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots$$

* Conservación de la Carga Eléctrica

En un sistema aislado, la carga eléctrica se conserva:

$$\sum_j Q_j (\text{inicial}) = \sum_j Q_j (\text{final})$$

2.3 Diferencia de Potencial

- Energía Potencial Eléctrica

Como las fuerzas eléctricas son conservativas:

$$\Delta U = -W$$

donde

ΔU = cambio de energía potencial eléctrica

W = trabajo realizado por las fuerzas eléctricas cuando hay un cambio en la posición de las cargas

Para las cargas puntuales i y j se cumple que:

$$U_{ij} = K Q_i Q_j / r_{ij}$$

- Potencial eléctrico (PE)

El PE en la posición \vec{r} y percibido por la carga de prueba Q es:

$$V(\vec{r}) = U(\vec{r}) / Q$$

donde $U(\vec{r})$ es la energía potencial de

la carga Q al ser colocada en la posición \vec{r} .

Unidad de V: 1 Joule / Coulomb = 1 Volt

- Diferencia de Potencial

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \Delta U / Q$$

- Gradiente de Potencial y CE

$$\frac{\Delta V}{\Delta x} = -E$$

- Energía de formación de un sistema formado por tres cargas:

$$U = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$



- Para un volumen esférico conductor cargado de radio R:

$$E = \begin{cases} 0 & \text{dentro de la esfera} \\ kQ/r^2 & \text{fuera de la esfera} \end{cases}$$

$$V = \begin{cases} kQ/R & \text{dentro de la esfera} \\ kQ/r & \text{fuera de la esfera} \end{cases}$$

2.4 Corriente Eléctrica

- Intensidad de Corriente Eléctrica:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$\rightarrow 1 \text{ C/s} = 1 \text{ Ampère}$

Por convención del siglo XIX, se define como el sentido de la corriente a aquel en que se tendrían que mover las cargas positivas en el conductor (se muevan o no realmente).

- La corriente provoca **Electrólisis** en un compuesto químico (separación de los elementos constituyentes).
- La corriente (carga en movimiento) provoca campo magnético rotacional a lo largo del conductor
- La corriente se mide con un **Amperímetro** y se debe utilizar en serie
- La diferencia de potencial se mide con un **Voltímetro** y se debe utilizar en paralelo

2.5 Resistencia Eléctrica

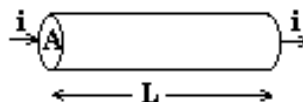
- **Ley de Ohm** (conductores ideales):

$$R = \Delta V / I$$

$$\text{Unidad: } 1 \text{ V/A} = 1 \Omega (\text{Ohm})$$

- Resistividad:

$$\rho = \frac{R}{L/A}$$



2.6 Fuerza ElectroMotriz (FEM)

- FEM: es el trabajo por unidad de carga realizado por una fuente para mantener una diferencia de potencial dada entre sus terminales

$$\mathcal{E} = W/Q$$

- La diferencia de potencial entre los terminales de una fuente es: $\Delta V = \mathcal{E} - R_i I$

Donde R_i = Resistencia interna de la fuente

I = Corriente que circula por la fuente

- Potencia Eléctrica y energía: Las resistencias disipan la energía eléctrica como calor. La potencia eléctrica (Watt) es igual a:

$$P = V I = R I^2 = \text{Calor} / t = \text{Energía eléctrica} / t$$

$$\text{Energía eléctrica} = \text{Calor disipado} = VQ = Pt = R I^2 t$$

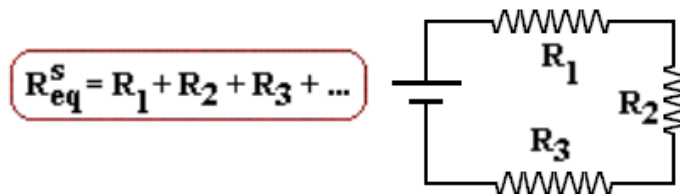


1 Joule = 0.24 Calorías

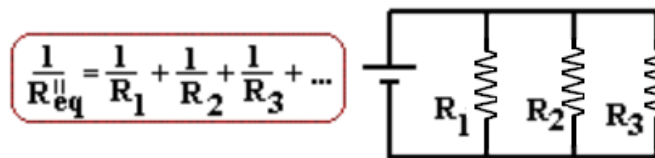
1 KW h = 3.6×10^6 J

2.7 Circuitos

- Circuito en Serie:

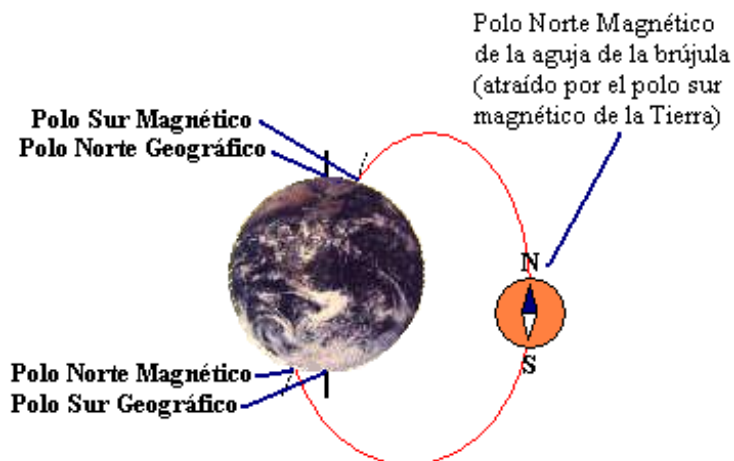


- Circuito en Paralelo:

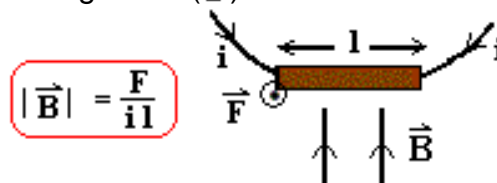


2.8 Campo Magnético

- Brújula: Imán liviano equilibrado sobre un eje con roce despreciable.
- Campo Magnético: perturbación sufrida por el espacio debido a la presencia de un imán, lo que determina la aparición de fuerzas opuestas sobre los polos de una brújula.
- Magnetismo Terrestre:



- Intensidad del Campo magnético (\vec{B})

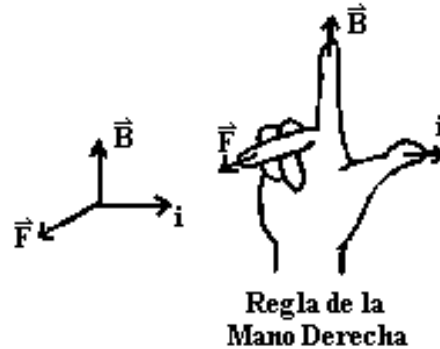




Unidad de \vec{B} :

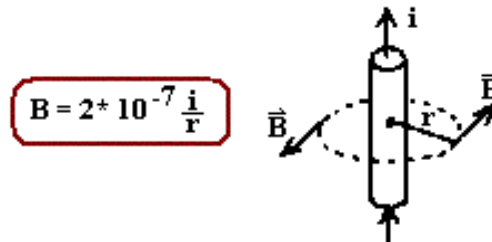
$$1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1 \text{ Tesla} \quad 1 \text{ Gauss} = 10^{-4} \text{ T}$$

Sentido de \vec{F} :



- "Ley de Ampere"

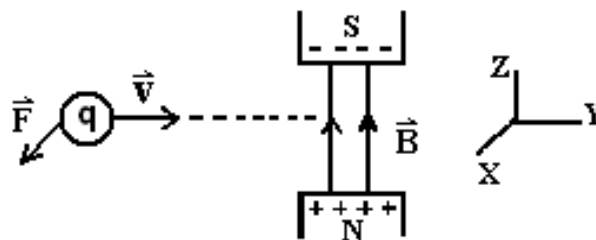
El CM a una distancia r de un conductor muy largo por el que circula una corriente i es:



2.9 Interacciones Magnéticas

- Fuerza magnética o de Lorentz sobre una carga puntual en movimiento:

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



- Trayectoria de una carga en un CM

La carga mostrada en la figura anterior describirá un movimiento circular uniforme en el plano XY, donde el radio de la trayectoria será:

$$r = \frac{m v}{q B}$$

- En un selector de velocidades, las partículas que consiguen atravesar el colimador salen con la siguiente rapidez: $v = E / B$, donde E = campo eléctrico y B = campo magnético (ambos perpendiculares)

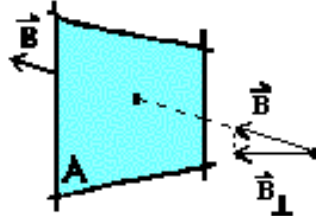


2.10 Inducción Electromagnética

- Flujo magnético atravesando una superficie A:

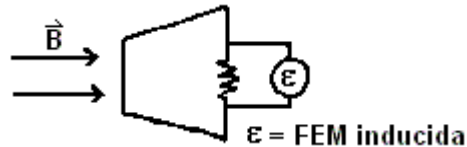
$$\Phi = B_{\perp} A$$

Donde B_{\perp} es la componente del CM perpendicular a la superficie.



- FEM inducida

Corresponde a la diferencia de potencial que se establece en un circuito cuando hay una variación del flujo magnético que atraviesa el área definida por el circuito.



- Ley de Faraday

$$|\epsilon| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

2.11 Circuitos de Corriente Alterna

- Reactancia Resistiva: $X_R = V_R / I$

- Reactancia Capacitiva: $X_C = V_C / I$

- Reactancia Inductiva: $X_L = V_L / I$

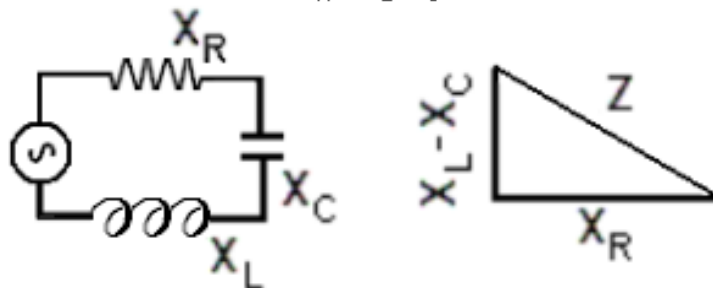
- Impedancia de un circuito

Corresponde a la resistencia de un circuito cuando la corriente circulante es alterna.

$$Z = V(\text{máx}) / I(\text{máx}) = V(\text{RMS}) / I(\text{RMS})$$

- Impedancia de un circuito en serie

$$Z = [X_R^2 + (X_L - X_C)^2]^{1/2}$$



NOTA: la impedancia y las reactancias dependen de ω .

- Transformador

$$V_S / V_P = N_S / N_P$$



Donde

V_s = Voltaje en el embobinado secundario

V_p = Voltaje en el embobinado primario

N_s = Número de espiras en el secundario

N_p = Número de espiras en el primario

2.12 Ondas Electromagnéticas

- Relación fundamental para una onda:

$$v = \lambda \nu$$

v = velocidad de propagación de la onda, m/s

λ = longitud de onda, m

ν = frecuencia de vibración, Hz

- Velocidad de la luz.

En el vacío: $c = 300\,000\text{ Km/s} = 3 \cdot 10^8\text{ m/s}$

En el vidrio la luz se propaga más lentamente que en el aire.

- Luz visible

Su longitud de onda debe estar entre los 4500 Å y los 6100 Å ($1\text{ Å} = 10^{-10}\text{ m}$)

Luz infrarroja: $\lambda > 6100\text{ Å}$ (invisible)

Luz amarilla: $\lambda \approx 5300\text{ Å}$

Luz ultravioleta: $\lambda < 4500\text{ Å}$ (invisible y muy energética)

- Fotón: partícula de luz de acuerdo con la moderna concepción dual (onda/partícula) de las Ondas Electromagnéticas. Según Planck, la energía transportada por un fotón es $E = h\nu$, donde $h = 6.63 \cdot 10^{-34}\text{ Js}$ = cte de Planck.

- Campo Eléctrico Inducido

CE generado por un Campo Magnético variable. Las líneas de Campo Eléctrico son rotatorias (líneas de fuerza cerradas).

- Campo Magnético Inducido

CM generado por un CE variable. Las líneas de CM son rotatorias.

- Onda Electromagnética

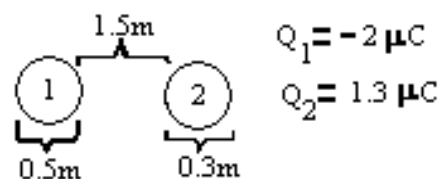
Propagación en el espacio de CE y CM variables debido a una sucesión de inducciones provenientes de cargas eléctricas aceleradas.

Toda OEM es luz (visible o invisible)

EJERCICIOS RESUELTOS

1) Ley de Coulomb

Dado el siguiente diagrama:





Encuentre:

- La intensidad de la fuerza eléctrica
- El sentido de la fuerza eléctrica que actúa sobre Q_2

a)

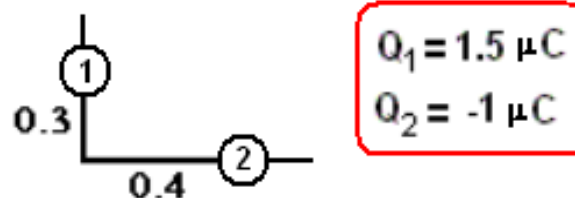
$$|\vec{F}| = k \frac{Q_1 Q_2}{r_{12}^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (2 \cdot 10^{-6}) \cdot (1.3 \cdot 10^{-6})}{(0.25 + 1.5 + 0.15)^2}$$

$$F = 6.48 \text{ mN}$$

- Q_2 es atraído por Q_1 . Luego, el sentido de F_{12} es hacia la izquierda.

2) Campo Eléctrico

Dado el siguiente arreglo de cargas:

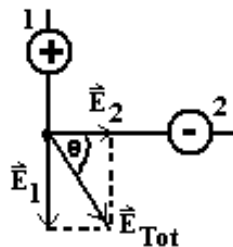


Encuentre el campo eléctrico en el origen.

$$E_1 = K \frac{Q_1}{0.3^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1.5 \cdot 10^{-6}}{0.3^2}$$

$$E_1 = 150\,000 \text{ N/C}$$

$$E_2 = K \frac{Q_2}{0.4^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{0.4^2} \approx 56\,250 \text{ N/C}$$



$$E_{\text{Tot}} = (150\,000^2 + 56\,250^2)^{1/2}$$

$$E_{\text{Tot}} \approx 160\,200 \text{ N/C}$$

$$\theta = \arctan(150\,000/56\,250)$$

$$\theta \approx 69.4^\circ$$

El vector \vec{E}_{Tot} tiene una magnitud de 160 200 N/C y una orientación de 69.4° bajo la horizontal.



3) Diferencia de Potencial

Una esfera conductora de 10 cm de radio está cargada a 20 000 V. Al acercarse a un muro, se descarga totalmente. Encuentre la energía liberada en el chispazo.

$$V = KQ/R \Rightarrow Q = VR/K = 20000 \cdot 0.1 / (9 \cdot 10^9)$$
$$Q \approx 2.2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

$$\text{Energía} = \text{Trabajo} = VQ$$
$$= 20000 \cdot 2.2 \cdot 10^{-7}$$
$$W = 4.4 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

Referencia: nube liberando un rayo

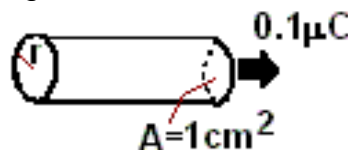
* $V \sim 500 \text{ MV}$

* $I \sim 100 \text{ KA}$

* Rapidez del rayo (de los electrones): $\sim c/2$

4) Corriente Eléctrica

Por un conductor cilíndrico muy largo se observa que en medio segundo pasa $0.1 \mu\text{C}$ de carga en un área igual a 1 cm^2 .



Encuentre la corriente que circula por el conductor si $r = 5 \text{ cm}$.

$$A_{\text{Tot}} = \pi r^2 = \pi \cdot 0.05^2 \approx 7.85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Carga total en medio segundo:

$$\frac{Q}{7.85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} = \frac{0.1 \mu\text{C}}{10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$Q = 7.85 \mu\text{C}$$

Luego, la corriente total es:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{7.85 \mu\text{C}}{0.5 \text{ s}} = 15.7 \mu\text{A}$$

5) Resistencia Eléctrica

Un cilindro metálico de 50 cm de largo y 2 cm de radio presenta una corriente de 3 mA cuando la diferencia de potencial entre sus extremos es de 1.5 V. Encuentre la resistividad del cilindro.



$$R = V / I = 1.5 / (3 \cdot 10^{-3}) \approx 500 \, \Omega$$

$$\rho = \frac{R}{L/A} = \frac{500}{0.5 / (\pi \cdot 0.02^2)} \approx 1.26 \, \Omega \cdot m$$

6) FEM

a) Una batería de 9 V presenta una diferencia de potencial entre sus terminales de 8.5 V cuando la corriente circulante es de 0.2 A. Encuentre la resistencia interna de la batería.

b) Una resistencia emite 4.8 calorías en 5 segundos cuando la corriente circulante es de 0.2 A. Encuentre la diferencia de potencial entre sus extremos y el valor de la resistencia.

$$a) V = \varepsilon - R_i I$$

$$R_i = (\varepsilon - V) / I = (9 - 8.5) / 0.2 \approx 2.5 \, \Omega$$

$$b) \text{Calor} = 4.8 \text{ calorías} = 20 \text{ J}$$

$$\text{Potencia} = \text{Calor} / t = 20 / 5 = 4 \text{ Watt}$$

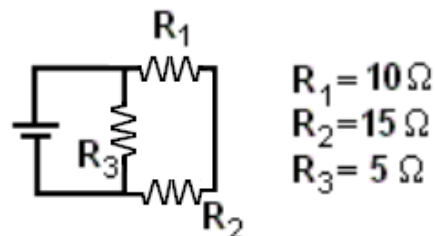
Luego:

$$V I = 4 \Rightarrow V = 4 / 0.2 = 20 \text{ Volt}$$

$$\text{Además } R I^2 = 4 \Rightarrow R = 4 / 0.2^2 = 100 \, \Omega$$

7) Circuitos

Encuentre la resistencia equivalente en el siguiente circuito:

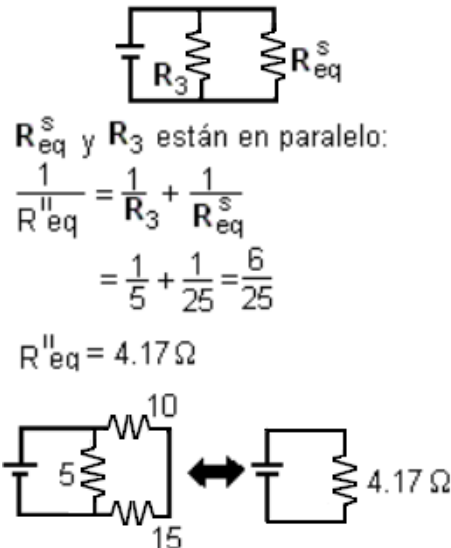


R_1 y R_2 están en serie:

$$R_{eq}^s = R_1 + R_2 = 25 \, \Omega$$

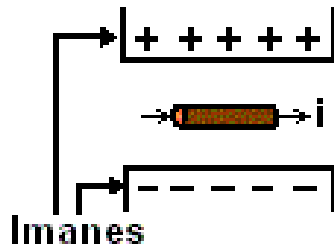


R: El circuito se reduce al siguiente:



8) Campo Magnético

a) Un cable de prueba de 10 cm de largo experimenta una fuerza de 0.3 N cuando la corriente circulante es de 0.2 A, de acuerdo con el siguiente diagrama:



Encuentre la intensidad y orientación del campo magnético y la orientación de la fuerza sobre el cable.

b) Un cable de alta tensión transporta 10 A. Encuentre la intensidad del campo magnético en una casa ubicada a 50 m del cable.

a)

$$B = \frac{0.3}{0.2 * 0.1} \approx 15 \text{ T}$$

Orientación de \vec{B} : de + a -, es decir: \downarrow .

Orientación de \vec{F} : de acuerdo con la Regla de la Mano Derecha, \vec{F} apunta hacia atrás \otimes .

b) $B = 2 * 10^{-7} \text{ I} / r = 2 * 10^{-7} * 10 / 50 \approx 4 * 10^{-8} \text{ T}$



9) Interacciones Electromagnéticas

- a) Un protón está moviéndose con MCU en una zona dominada por un CM uniforme $B = 2 \text{ T}$. El radio de la órbita es de 50 cm. Encuentre la rapidez de traslación.
- b) Dadas las mismas condiciones anteriores y si el CM en el selector de velocidades es de 0.4 mT, encuentre el valor del Campo Eléctrico.

a) MCU $\Rightarrow F_{\text{cent}} = F_{\text{mag}}$

$$mv^2 / r = qvb$$

$$v = qBr/m = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 0.5 / (1.7 \cdot 10^{-27})$$

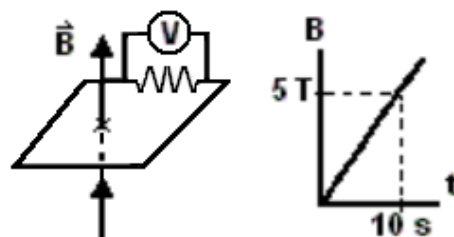
$$v \approx 9.41 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

b) $v = E/B \Rightarrow E = vB = 9.41 \cdot 10^6 \cdot (0.4 \cdot 10^{-3})$

$$E \approx 37640 \text{ N/C}$$

10) Inducción EM

Una espira cuadrada de 15 cm de lado posee una resistencia de 2Ω y se encuentra inmersa en una zona dominada por un campo magnético vertical, de acuerdo con el siguiente diagrama:



Encuentre:

- a) La lectura del voltímetro
b) La corriente inducida por la resistencia

a) El campo magnético varía a una razón de

$$x = 5/10 = 0.5 \text{ T/s}$$

Luego, el flujo varía a una razón de

$$x \cdot A = x \cdot 0.15^2$$



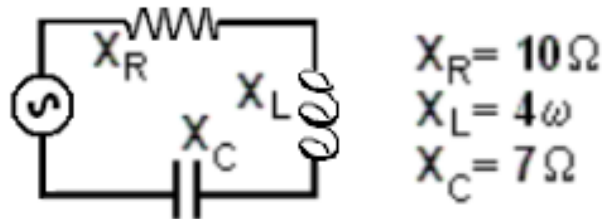
Es decir, $\varepsilon = 0.5 * 0.15^2 = 11.3 \text{ mV}$

b) $R = V / I \Rightarrow I = V / R = 11.3 / 2$

$I = 5.7 \text{ mA}$

11) Corriente Alterna

Dado el siguiente circuito de corriente alterna:



Encuentre:

a) La impedancia del circuito si $\omega = 4 \text{ rad/s}$

b) La frecuencia (Hz) en la fuente de CA que maximiza la corriente circulante si X_R y X_C permanecen constantes (imagine que son independientes de ω)

a) $\omega = 4 \Rightarrow X_L = 16$

Luego

$$Z = [10^2 + (16-7)^2]^{1/2}$$

$$Z \approx 13.5 \Omega$$

b) $Z_{\min} = 10 \Omega$ cuando

$X_L = X_C$. Es decir:

$$4\omega = 7 \Rightarrow \omega = 7/4 \approx 1.75$$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} \approx \frac{1.75}{2\pi} \approx 0.28 \text{ Hz}$$

12) OEM

Un láser de luz amarilla eleva la temperatura de 100 cc de agua en 5° C. Para hacer esto se requiere de 2080 J. ¿Cuántos fotones envió el láser al agua?

$$\text{Luz amarilla} \Rightarrow \lambda = c / \nu = 3 * 10^8 / (5300 * 10^{-10})$$

$$\nu \approx 5.66 * 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = Nh\nu$$

$$N = \frac{E}{h\nu} = \frac{2080}{6.63 * 10^{-34} * 5.66 * 10^{14}}$$

$$N \approx 5.54 * 10^{21} \text{ fotones}$$



EJERCICIOS PROPUESTOS

1) Encuentre la fuerza con la que el protón atrae al electrón en el átomo de hidrógeno, sabiendo que el tamaño del átomo de hidrógeno es de 1.06 \AA .

R: $F = 8.2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$

2) Dado el siguiente diagrama:

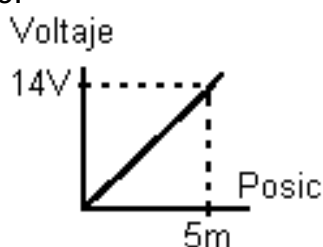


Encuentre el campo eléctrico en el punto P.

R: $150\,750 \text{ N/C}$ hacia la izquierda.

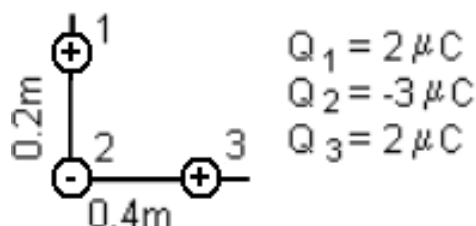
3) En cierta zona el potencial eléctrico se comporta de acuerdo con el gráfico de la derecha.

Encuentre el campo eléctrico.



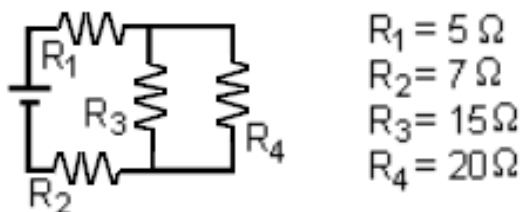
R: -2.8 N/C

4) Encuentre la energía eléctrica almacenada por el siguiente arreglo de tres cargas:



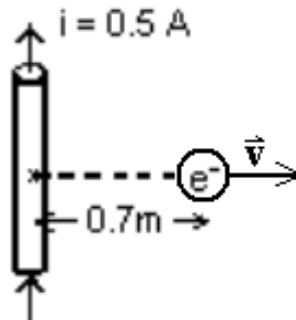
R: -0.32 J

5) Encuentre la resistencia equivalente en el siguiente circuito:



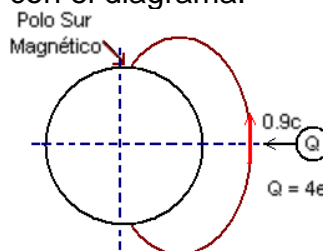


6) Por un cable muy largo circula una corriente de 15 A hacia arriba y un electrón se mueve hacia la derecha a 3500 m/s, según el diagrama. Encuentre la fuerza magnética sobre el electrón.



R: $2.4 \cdot 10^{-21}$ N hacia abajo ($q < 0$)

7) Un rayo cósmico se acerca al Ecuador magnético ($B = 100 \mu\text{T}$) con una rapidez de $0.9c$, de acuerdo con el diagrama.



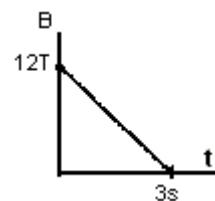
Encuentre la fuerza sobre el rayo cósmico.

R: $1.73 \cdot 10^{-14}$ N, orientación: \otimes (se desvía)

8) Suponga que en el Polo Sur, el campo magnético terrestre (vertical) varía de acuerdo con el gráfico de la derecha.

Justo en ese lugar, unos exploradores colocan una circunferencia de alambre de 400 m de radio con una ampolleta óhmica de 1500Ω . ¿Cuál es el valor de la corriente inducida en el circuito?

R: 1.3 A



9) Un transformador de CA genera un voltaje RMS de salida de 50V cuando el voltaje RMS de entrada es de 220V. Sabiendo que $N_P = 1000$, encuentre:

a) El número de espiras en el secundario

b) La corriente en una bobina externa si $X_L = 100 \Omega$

R: a) 227 vueltas, b) 0.5 A



**Anexo: Lista de contenidos mínimos obligatorios de Física
para la Enseñanza Secundaria según el Ministerio de
Educación Chileno (año 2005)**

I) 1º EM

Sonido

- Vibraciones y sonido
- Ondas y sonido
- Composición del sonido

Luz

- Propagación de la luz
- Naturaleza ondulatoria de la luz

Electricidad

- Carga y corriente eléctrica
- Magnetismo y la fuerza magnética
- La energía eléctrica

II) 2º EM

Movimiento

1. Descripción del movimiento

- Análisis del movimiento
- Relatividad del movimiento

2. Fuerza y movimiento

- Fuerza, inercia y ley de acción y reacción
- Fuerza, masa y aceleración
- Conservación de la cantidad de movimiento
- Ley de caída libre
- El roce, sus causas y sus efectos
- Torque y rotación
- Diseño de un experimento dinámico



3. Energía mecánica

- Trabajo mecánico y potencia
- Trabajo y energía

Calor

1. La temperatura

- Medición de la temperatura
- Dilatación térmica y el termómetro

2. Materiales y calor

- La energía calórica y los materiales
- Transmisión del calor
- Cambios de fase
- Roce, calor y sentido térmico

3. Conservación de la energía

- Equivalente mecánico del calor
- Transformaciones de energía y su conservación
- Los recursos energéticos

La Tierra y su entorno

1. La Tierra

- Dimensiones, origen y evolución del planeta
- El dinamismo del planeta
- Nuestro planeta, ambiente para la vida

2. El sistema solar

- Visión del sistema solar
- La Tierra y sus movimientos
- La Luna
- La ley de gravitación de Newton (¿Qué es una teoría?)

3. El Universo

- Las estrellas
- La Vía Láctea y otras galaxias



- Evolución del conocimiento del Universo
- La exploración del espacio

III) 3º EM

Mecánica

1. Movimiento circular

- Descripción del movimiento circular uniforme
- Dinámica del movimiento circular uniforme
- Nociones sobre el momento angular

2. Conservación de la energía mecánica

- La energía mecánica en la caída libre
- Estudio de la energía en la montaña rusa
- Energía mecánica y roce
- Resolución de problemas aprovechando la ley de conservación de la energía mecánica

Flúidos

1. Hidrostática

- Descripción general de los flúidos
- Presión hidrostática
- Principio de Arquímedes
- La Capilaridad

2. Hidrodinámica

- Las leyes de Bernoulli
- Fuerza de roce y velocidad límite
- Presión sanguínea
- Los científicos y sus contribuciones



IV) 4º EM

Unidad 1: Electricidad y magnetismo

1. Fuerzas entre cargas

- Interacción entre cargas
- Condensadores y sus aplicaciones
- Movimiento de cargas en un campo eléctrico
- Movimiento de cargas en un campo magnético

2. Circuitos de corriente variable

- Carga y descarga de un condensador
- Inducción electromagnética
- Circuitos LC

3. Ondas electromagnéticas

- Características de las ondas electromagnéticas
- Transmisión y recepción de ondas electromagnéticas

Unidad 2: El mundo atómico

1. El átomo

- Primeros modelos atómicos
- El principio de incertidumbre

2. El núcleo atómico

- Tamaño y constitución del núcleo
- Radiactividad
- La energía nuclear y sus usos
- Las fuerzas operando en el núcleo atómico
- Quarks y gluones