

circuito una corriente máxima de 20.0 A. (a) ¿Cuál es el voltaje efectivo del generador? (b) ¿Cuál es la corriente efectiva suministrada al circuito? ¿Cuál es la resistencia del circuito?

Datos:

$$V_{\text{máx}} = 1.00 \times 10^2 \text{ V}$$

$$I_{\text{máx}} = 20.0 \text{ A}$$

$$\text{a) } V_{\text{ef}} = 0.707(V_{\text{máx}})$$

$$V_{\text{ef}} = 0.707(100 \text{ V})$$

$$V_{\text{ef}} = 70.7 \text{ V}$$

$$\text{b) } I_{\text{ef}} = 0.707(I_{\text{máx}})$$

$$I_{\text{ef}} = 0.707(20 \text{ A})$$

$$I_{\text{ef}} = 14.1 \text{ A}$$

9.2 LOS GENERADORES Y LOS MOTORES

Los generadores y los motores se construyen de la misma forma; sin embargo transforman la energía en una forma diferente: el generador convierte la energía mecánica en energía eléctrica; el motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica.

En un generador, mecánicamente se hace girar la armadura a través de un campo magnético, para inducir un voltaje. Este voltaje hace fluir la corriente. En un motor, se aplica un voltaje a través de una armadura que se encuentra en un campo magnético. El voltaje hace fluir la corriente por la bobina y girar la armadura.

Recientemente, se han desarrollado los automóviles y camiones eléctricos para reducir nuestra dependencia de la gasolina. Estos vehículos utilizan la energía eléctrica que está almacenada en las baterías. Cuando se oprime el acelerador, la energía eléctrica pasa al motor, cambiándola el automóvil en energía cinética. Las baterías actuales tienen poca capacidad de almacenamiento, lo que limita el rango de operación de los vehículos eléctricos.

Cuando la corriente de un motor se interrumpe, como el apagarlo, el cambio súbito en voltaje puede generar una fem de retroceso lo suficientemente grande como para que salte una chispa por el interruptor o entre el enchufe y la pared.

10. LOS TRANSFORMADORES

Un transformador es un dispositivo que se utiliza para aumentar o disminuir los voltajes de las corrientes alternas. Los transformadores se utilizan con mucha frecuencia, ya que cambian el voltaje con muy poca pérdida de energía. Un transformador es una aplicación de la inducción electromagnética.

Un transformador tiene dos bobinas, aisladas eléctricamente una de la otra y enrolladas alrededor de un núcleo de hierro: la bobina primaria y la bobina secundaria. Cuando la

bobina primaria se conecta a una fuente de corriente alterna, el cambio en el flujo de corriente produce un campo magnético variable. El flujo magnético se transmite a la bobina secundaria a través del núcleo de hierro. El flujo variable induce una fem en la bobina secundaria. Este efecto se conoce como inductancia mutua.

La fem producida en la bobina secundaria, llamada voltaje secundario, es proporcional al voltaje primario. El voltaje secundario depende, también, de la razón entre el número de vueltas de los alambres en la bobina secundaria y los de la primaria.

$$\frac{\text{Voltaje secundario}}{\text{Voltaje primario}} = \frac{\text{Número de vueltas en la bobina secundaria}}{\text{Número de vueltas en la bobina primaria}}$$

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$V_s = \frac{N_s}{N_p} V_p$$

Si el voltaje secundario es mayor que el primario, el transformador se llama **transformador de incremento**. Si el voltaje secundario es menor que el primario, el transformador se llama **transformador de reducción**.

En un transformador ideal, la potencia proporcionada al circuito secundario es igual a la potencia que utiliza el primario. El transformador ideal no consume potencia. Como $P = IV$, entonces:

$$V_p I_p = V_s I_s$$

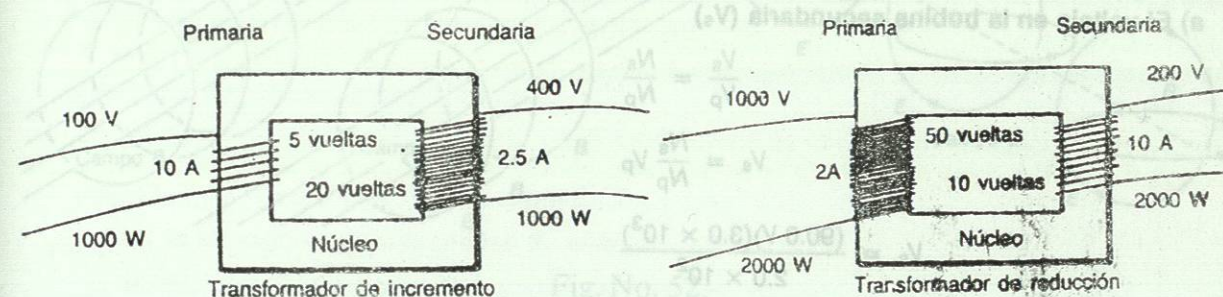


Fig. No. 51.

En un transformador, la razón entre el voltaje de entrada y el de salida depende de la razón entre el número de vueltas de la bobina primaria y el número de vueltas de la bobina secundaria.

La corriente que fluye en el circuito primario depende de cuánta corriente se requiere en el secundario. Un transformador de incremento aumenta el voltaje, por lo que la corriente en

el circuito primario será mayor que en el secundario. En un transformador de reducción, la corriente en el circuito secundario es mayor que en el primario.

La transmisión de energía eléctrica a través de grandes distancias es económica sólo si se utilizan voltajes altos y corrientes pequeñas. Los transformadores de incremento se utilizan en las fuentes de energía para desarrollar voltajes de hasta 240,000 V. Estos voltajes reducen la cantidad de corriente requerida en las líneas de transmisión, manteniendo bajas las pérdidas de energía (I^2R). Cuando la energía llega al consumidor, los transformadores de reducción proveen el voltaje apropiado para su consumo.

Hay muchos otros usos importantes de los transformadores. Los tubos de televisión requieren voltajes de hasta 2.0×10^4 V, los cuales se logran mediante un transformador dentro del equipo. La bobina de ignición de un automóvil es un transformador diseñado para elevar los 12 voltios de la batería hasta los miles de voltios. Los platinos en la ignición interrumpen la corriente directa de la batería para producir el campo magnético variable requerido para inducir una fem en la bobina secundaria. Los soldadores eléctricos requieren corrientes cercanas a 10^4 A. Grandes transformadores de reducción proveen estas corrientes, las cuales pueden calentar los metales hasta $3,000^\circ\text{C}$ o más.

Ejemplo 24

Un transformador de incremento tiene 2.00×10^2 vueltas de alambre en su bobina primaria y 3.00×10^3 vueltas en su bobina secundaria. (a) La bobina primaria se conecta a una fuente de corriente alterna de 90.0 V. ¿Cuál es el voltaje en el circuito secundario? (b) La corriente que fluye por el circuito secundario es de 2.00 A. ¿Qué corriente fluye por el circuito primario? (c) ¿Cuál es la potencia en el circuito primario? ¿Y en el secundario?

Datos:

$$N_p = 2.00 \times 10^2$$

$$N_s = 3.00 \times 10^3$$

$$V_p = 90.0$$

$$I_s = 2.00 \text{ A}$$

a) El voltaje en la bobina secundaria (V_s)

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$V_s = \frac{N_s}{N_p} V_p$$

$$V_s = \frac{(90.0 \text{ V})(3.0 \times 10^3)}{2.0 \times 10^2}$$

$$V_s = 1350 \text{ V}$$

b) La corriente en el circuito primario (I_p)

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$I_p = \frac{(1350 \text{ V})(2.0 \text{ A})}{90.0 \text{ V}}$$

$$I_p = 30.0 \text{ A}$$

c) Las potencias vienen dadas por

$$V_p I_p = (90.0 \text{ V})(30.0 \text{ A})$$

$$V_p I_p = 2.70 \times 10^3 \text{ W}$$

$$V_s I_s = (1350 \text{ V})(2.0 \text{ A})$$

$$V_s I_s = 2.70 \times 10^3 \text{ W}$$

11. LOS CAMPOS ELÉCTRICOS Y LOS MAGNÉTICOS EN EL ESPACIO

Las investigaciones de Faraday mostraron que un campo magnético variable induce una corriente eléctrica en un alambre. Antes, él había demostrado que la corriente eléctrica se debe a la fuerza que produce un campo eléctrico y que actúa sobre los electrones en el conductor. Estas observaciones hicieron que Faraday llegara a la conclusión de que, aún en la ausencia de un conductor, un campo magnético variable induce un campo eléctrico (ver figura 52) las líneas del campo eléctrico inducido deben cerrarse sobre sí mismas, ya que, en ausencia de un conductor, no hay cargas de las cuales las líneas puedan partir o terminar.

Maxwell demostró que lo contrario debe ser cierto también. Un campo eléctrico variable

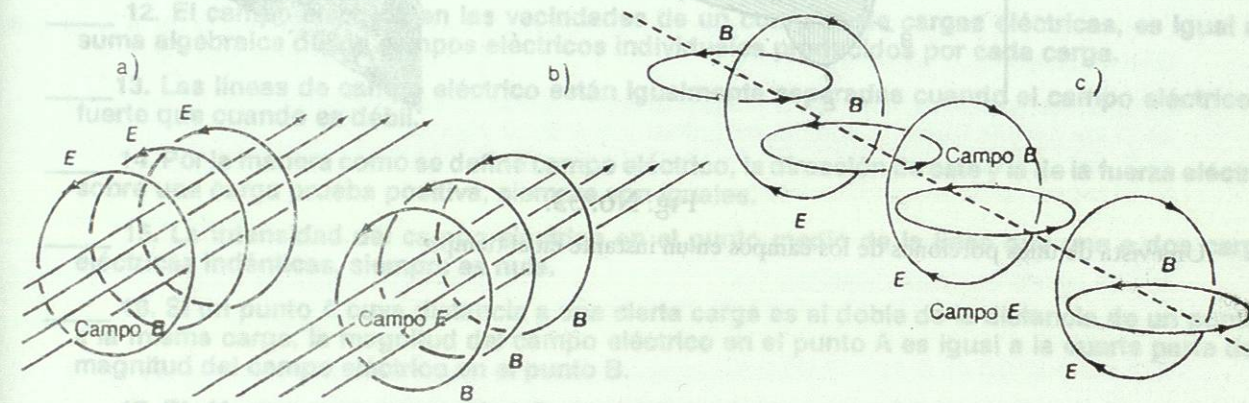


Fig. No. 52.

a) Representación de un campo eléctrico inducido, b) un campo magnético y c) ambos campos.

produce un campo magnético en el espacio, ver figura 51 (b). Por ejemplo, un electrón en un alambre produce un campo eléctrico alrededor del alambre. Si el electrón se pone en movimiento, el campo eléctrico varía. El campo eléctrico variable genera, entonces, un campo magnético en el espacio.

Estos dos descubrimientos implican que un campo eléctrico variable genera un campo magnético variable, que a su vez genera un campo eléctrico variable, y así sucesivamente, como se ilustra en la figura 51 (c). Los campos, al propagarse, se alejan de la fuente que los origina, que en el diagrama es un campo eléctrico. Los campos generados continúan propagándose por el espacio, aun cuando la fuente que los originó deje de existir.

Los campos eléctricos y los magnéticos se mueven por el espacio en forma de una onda transversal (ver la figura 52). Los campos son perpendiculares entre sí y también con respecto a la dirección de propagación. Maxwell demostró que la onda combinada, llamada **onda electromagnética**, se mueve a la rapidez de la luz en el vacío (3.00×10^8 m/s). Este resultado sugirió que la luz no es un fenómeno especial, sino un tipo de onda electromagnética, generada por campos eléctricos y magnéticos.

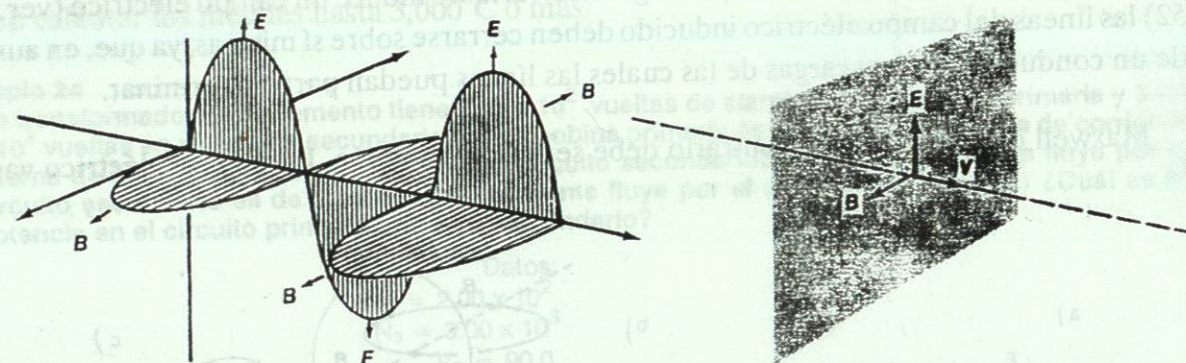


Fig. No. 53.

Una vista de unas porciones de los campos en un instante en el tiempo

AUTOEVALUACIÓN

AL TERMINAR LA UNIDAD CONTESTA LO SIGUIENTE

I.- Anota en el espacio del lado izquierdo una "F" si el enunciado es falso o un "V" si es verdadero.

- ___ 1. La carga eléctrica del electrón es igual a la carga eléctrica del protón, pero de signo contrario.
- ___ 2. Un cuerpo adquiere carga positiva si gana electrones.
- ___ 3. Al frotarse dos cuerpos, el más grande gana electrones y el más pequeño pierde electrones.
- ___ 4. En un material conductor, los electrones pueden moverse a través de él.
- ___ 5. La fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es inversamente proporcional a la distancia entre ellas.
- ___ 6. Un cuerpo se carga eléctricamente al aumentar su temperatura.
- ___ 7. En un átomo neutro, el número de protones que pone es igual al número de electrones.
- ___ 8. Cuando una carga negativa es movida de un punto de menor potencial a un punto de mayor potencial, la energía potencial aumenta.
- ___ 9. Para que exista un campo eléctrico en un cierto punto es necesario que se encuentre una carga eléctrica en dicho punto.
- ___ 10. Las líneas de campo eléctrico nunca se intersectan.
- ___ 11. La dirección del campo eléctrico en un punto situado en la vecindad de una carga eléctrica positiva depende del signo de la carga.
- ___ 12. El campo eléctrico en las vecindades de un conjunto de cargas eléctricas, es igual a la suma algebraica de los campos eléctricos individuales producidos por cada carga.
- ___ 13. Las líneas de campo eléctrico están igualmente separadas cuando el campo eléctrico es fuerte que cuando es débil.
- ___ 14. Por la manera como se define campo eléctrico, la dirección de éste y la de la fuerza eléctrica sobre una carga prueba positiva, siempre son iguales.
- ___ 15. La intensidad del campo eléctrico en el punto medio de la línea que une a dos cargas eléctricas idénticas, siempre es nula.
- ___ 16. Si un punto A cuya distancia a una cierta carga es el doble de la distancia de un punto B a la misma carga, la magnitud del campo eléctrico en el punto A es igual a la cuarta parte de la magnitud del campo eléctrico en el punto B.
- ___ 17. El eV representa una unidad de energía.
- ___ 18. El Joule/Coulomb es una unidad de voltaje.
- ___ 19. La fuerza electromotriz es una fuerza ejercida sobre una carga eléctrica para mantenerla en movimiento.
- ___ 20. La dirección convencional de la corriente en un conductor es opuesta a la dirección del flujo de electrones.
- ___ 21. La corriente eléctrica en un circuito es inversamente proporcional al voltaje aplicado.
- ___ 22. La resistividad de un material depende de la longitud del material.
- ___ 23. El newton es una unidad de fuerza electromotriz (fem).
- ___ 24. La resistencia eléctrica de un alambre conductor depende de la corriente eléctrica que fluye por él.

25. En un circuito, en donde sus resistencias están en serie, la caída de voltaje en cada una de ellas es el mismo.
26. Si varios aparatos eléctricos están conectados en serie, al apagar uno de ellos, se interrumpe la corriente eléctrica.
27. En una malla, el voltaje aplicado es igual a la suma de las caídas de voltaje.
28. Las líneas del campo magnético salen del polo norte magnético y convergen al polo sur magnético.
29. El polo norte geográfico de la Tierra coincide con su polo norte magnético.
30. Polos magnéticos iguales se atraen y polos opuestos se rechazan entre sí.
31. Las líneas de campo magnético que rodea a una corriente eléctrica que fluye por un material conductor, forma líneas paralelas al material.
32. Un campo magnético produce una fuerza sobre un alambre conductor, por el cual fluye una corriente eléctrica.
33. Cuando un alambre conductor, conectado a un circuito eléctrico, se mueve en un campo magnético, se produce una corriente eléctrica a través de él.
34. El generador y el motor se utilizan para producir una corriente eléctrica.
35. En un transformador ideal, la potencia aumenta.
36. Los campos eléctricos y magnéticos, en una onda electromagnética, se mueven paralelos entre sí.

II. ESCRIBE EN EL PARENTESIS DE LA IZQUIERDA LA LETRA CORRESPONDIENTE A LA RESPUESTA CORRECTA.

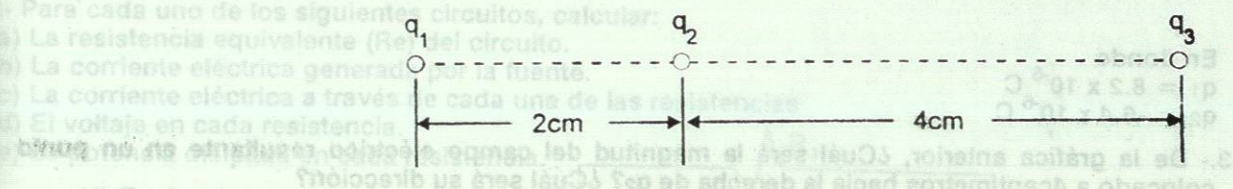
- () 1. La fuerza eléctrica producida por dos cargas eléctricas en el punto medio de la línea que las une, es nula.
- a) Si las cargas tienen la misma magnitud pero signos contrarios
b) Si las cargas tienen la misma magnitud y el mismo signo.
c) Si las cargas tienen la diferente magnitud pero el mismo signo
d) Si las cargas tienen diferente magnitud y signos contrarios.
- () 2. La dirección del campo eléctrico en un punto del espacio depende de
- a) Las coordenadas del punto.
b) La carga prueba que se considere en el punto.
c) La dirección en la que se mueve la carga.
d) La dirección de la fuerza eléctrica.
- () 3. La magnitud del campo eléctrico en un punto del espacio depende de
- a) El signo de la carga que se considere en el punto.
b) Solamente de la magnitud de la carga que se considere en el punto.
c) Tanto de la magnitud de la fuerza eléctrica como de la magnitud de la carga que se considere en el punto.
d) Solamente de la magnitud de la fuerza eléctrica.
- () 4. La ebonita atrae cuerpos pequeños después de frotarla con tela de lana porque
- a) Se calienta
b) Se enfría
c) Se electriza
d) Se dilata.
- () 5. Para cargar por inducción un cuerpo
- a) Se acerca a un cuerpo sin carga
b) Se acerca a un cuerpo cargado
c) Se frota con un cuerpo sin carga
d) Se frota con otro cuerpo cargado.

- () 6. En condiciones estáticas, en un conductor
- a) No puede haber cargas eléctricas
b) La carga se encuentra sobre su superficie
c) Las cargas se acumulan en su centro
d) La carga se encuentra en todo su volumen.
- () 7. Es un buen conductor de electricidad
- a) El papel
b) El vidrio
c) La porcelana
d) El cobre.
- () 8. La intensidad de la corriente se determina dividiendo la carga que pasa por el conductor entre
- a) La resistencia del conductor
b) La diferencia de potencial
c) La longitud del conductor
d) El tiempo que tarda en pasar.
- () 9. Para medir la intensidad de la corriente, en el sistema internacional, se debe usar
- a) El voltio
b) El amper
c) El coulomb
d) El ohm
- () 10. De acuerdo con la Ley de Ohm la intensidad de la corriente es directamente proporcional a
- a) La resistencia
b) La diferencia de potencial
c) La longitud del conductor
d) El tiempo.
- () 11. Si la longitud de un conductor aumenta al doble, su resistencia
- a) Disminuye a la mitad
b) Aumenta al doble
c) Aumenta al cuádruple
d) Disminuye a la cuarta parte.
- () 12. El trabajo realizado para producir una corriente es igual a la carga movida, multiplicada por
- a) El tiempo que dura la corriente
b) La diferencia de potencial
c) La potencia eléctrica
d) La intensidad de la corriente.
- () 13. Multiplicando la diferencia de potencial por la intensidad de la corriente se obtiene
- a) La energía consumida
b) La carga móvil
c) La potencia
d) La resistencia eléctrica.
- () 14. El watt es la unidad que se usa para medir
- a) La energía consumida
b) La diferencia de potencial
c) La potencia
d) La intensidad de la corriente.
- () 15. La Ley de Kirchhoff para los nodos establece que
- a) La corriente eléctrica se disipa al salir del nodo
b) La corriente eléctrica aumenta al salir del nodo
c) La corriente que llega al nodo es igual a la que sale de él
d) La corriente que llega al nodo es mayor a la que sale de él.
- () 16. La resistencia de un conductor es
- a) Directamente proporcional al área de su sección transversal
b) Inversamente proporcional al área de su sección transversal
c) Inversamente proporcional a su longitud
d) Inversamente proporcional al cuadrado de su longitud.

- () 17. La resistividad de los materiales se mide en
- Ohm
 - Ohm-m
 - Ohm/m.
 - Volts
- () 18. Tres resistencias, de 8 ohm, 6 ohm y otra de 24 ohm se conectan en paralelo, ¿Cuál es la resistencia equivalente?
- 1 ohm
 - 3 ohm
 - 6 ohm
 - 9 ohm.
- () 19. ¿Cuál es el valor de la resistencia, si cuando se conecta a una diferencia de potencial de 6 V, pasa por ella una corriente de 5 A?
- 12 ohm
 - 300 ohm
 - 6 ohm
 - 30 ohm.
- () 20. Cuando una partícula cargada, se encuentra en reposo, dentro de un campo magnético
- No se ejerce ninguna fuerza sobre ella
 - Se ejerce una fuerza eléctrica sobre ella
 - Se ejerce una fuerza magnética sobre ella
 - Se ejerce una fuerza electromagnética sobre ella.
- () 21. Una tesla equivale a
- 1N/A-m
 - 1N/C-m
 - 1C/A-m
 - 1N/s-m
- () 22. ¿Cuál es la fuerza que se ejerce sobre un protón, que se mueve perpendicularmente a un campo magnético de 0.1T con una velocidad de 1m/s?
- 1.6×10^{-19} N
 - 1.6×10^{-20} N
 - 1.6×10^{-18} N
 - 1.6×10^{-17} N
- () 23. El campo magnético producido por un electro imán depende
- Solamente de la corriente a través de la bobina
 - Solamente del número de espiras en la bobina
 - Del material magnético del núcleo
 - De la corriente, el número de espiras y del material del núcleo
- () 24. Dos alambres conductores paralelos, en los cuales fluye una corriente eléctrica por cada uno de ellos, se atraen entre si
- Cuando las corrientes en ellos fluyen en la misma dirección
 - Cuando las corrientes en ellos fluyen en direcciones opuestas
 - Cuando son de materiales diferentes
 - Cuando son del mismo material

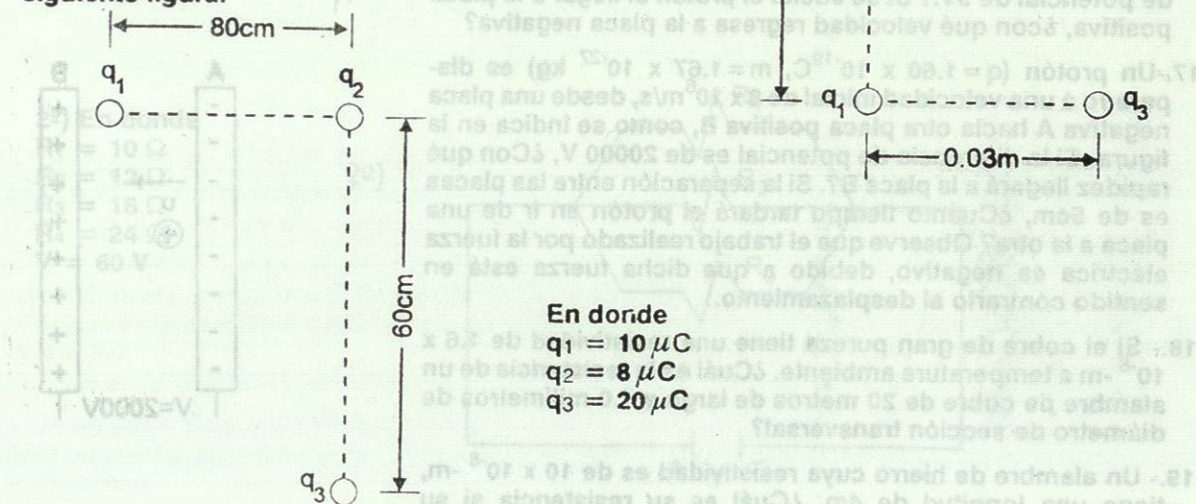
PROBLEMAS PROPUESTOS

- Calcular la fuerza eléctrica entre dos cargas cuyos valores son: $q_1 = 3 \mu\text{C}$, $q_2 = -5 \mu\text{C}$ al estar separadas en el vacío por una distancia de 15 centímetros. Determinar si la fuerza es de atracción o de repulsión.
- Una carga $q_1 = 6 \mu\text{C}$ se encuentra en el aire a 20 centímetros de otra carga $q_2 = 8 \mu\text{C}$. Calcular:
 - La fuerza que ejerce la carga q_1 sobre la carga q_2
 - La fuerza que ejerce la carga q_2 sobre la carga q_1
 - ¿Cómo son estas fuerzas?
- En un átomo de hidrógeno, un electrón gira alrededor de un protón en una órbita de radio igual a 5.3×10^{-11} metros. ¿Con qué fuerza eléctrica se atraen el protón y el electrón?
- Una carga $q_1 = 6 \mu\text{C}$ se encuentra a una distancia de 12 centímetros de una carga $q_3 = 9 \mu\text{C}$. Calcular la magnitud y dirección de la fuerza resultante que actúa sobre una carga $q_2 = 4 \mu\text{C}$, colocada en el punto medio entre las dos cargas.
- Se tienen tres cargas: $q_1 = 4 \times 10^{-6}$ C, $q_2 = -6 \times 10^{-6}$ C y $q_3 = 8 \times 10^{-6}$ C, colocadas de acuerdo a la siguiente figura.



Calcular:

- La magnitud y la dirección de la fuerza resultante que actúa sobre la carga q_2 .
 - La magnitud y la dirección de la fuerza resultante sobre la carga q_3 .
- Una carga positiva $q_1 = 6.0 \times 10^{-6}$ C está en las inmediaciones de otras dos cargas. Una de ellas se encuentra a 0.04m y tiene un valor $q_2 = -3 \times 10^{-6}$ C. La otra se encuentra a 0.03m y tiene un valor $q_3 = 1.5 \times 10^{-6}$ C, como se muestra en la figura. Calcular la fuerza eléctrica resultante sobre la carga q_1 .
 - Calcular la fuerza que actúa sobre la carga q_2 en la siguiente figura.



- De la figura anterior, calcular la fuerza resultante sobre la carga q_3 .