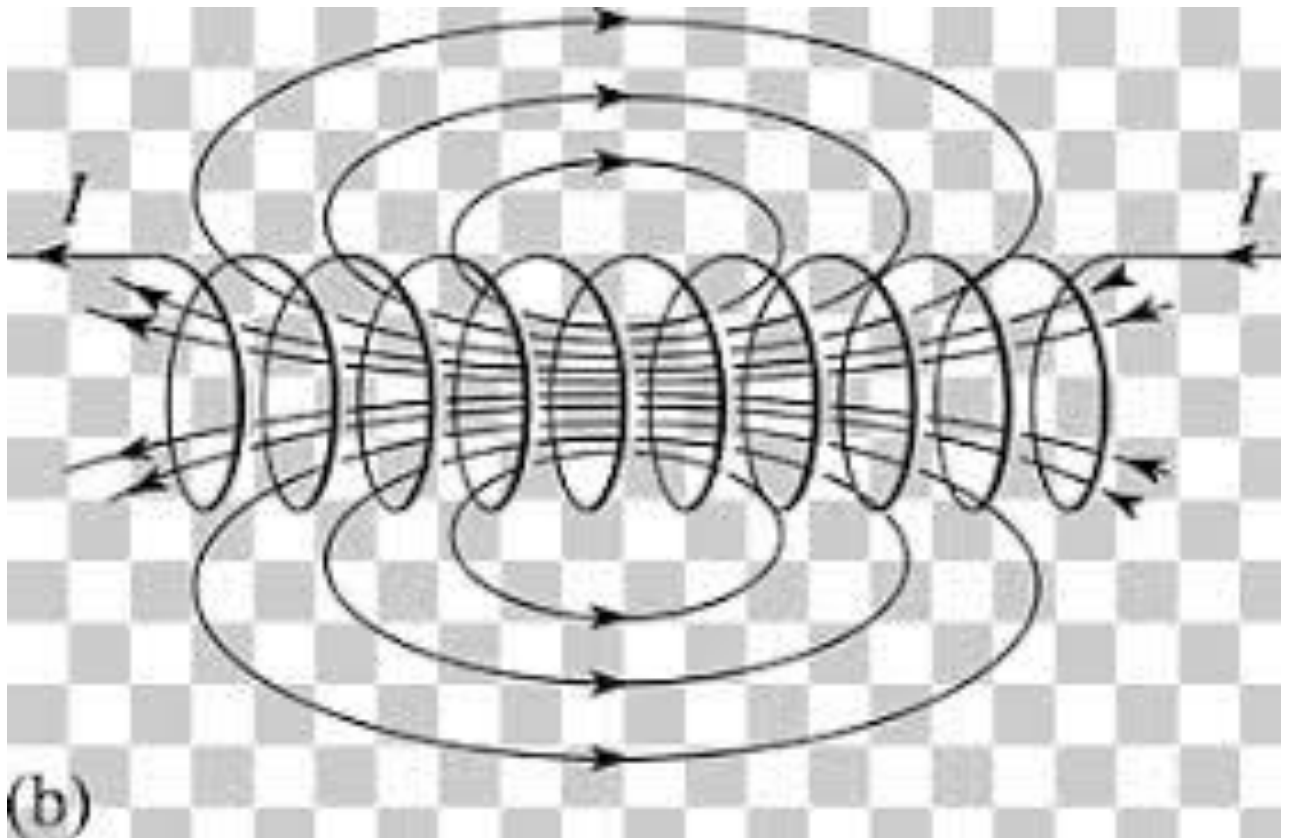


FACULTAD DE CIENCIAS
BIOQUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS

Universidad Nacional de Rosario

FÍSICA II



1er. Cuatrimestre

-2020-

Física II (1er. Cuatrimestre 2020)

Cuestionario N°1

Tema: Carga eléctrica – Ley de Coulomb

- P1)** a) ¿Cómo es posible determinar si un objeto está cargado eléctricamente?
b) ¿Es posible saber si su carga es negativa o positiva? Explique.

P2) Explicar cómo cargar una esfera con una barra de vidrio cargada positivamente sin que la barra toque la esfera. Compare el signo de la carga así obtenida en la esfera, con la se obtendría si la esfera se cargase por contacto con la barra.

P3) Al peinar el cabello seco con un peine de caucho, el peine adquiere una carga neta negativa. Entonces, el peine cargado podrá usarse para atraer y recoger pequeños trozos de papel no cargado. Esto parecería violar la ley de la fuerza de Coulomb. Como el papel no tiene carga neta, cabría esperar que no hubiera fuerza eléctrica sobre él. ¿Qué mecanismo de carga explica este fenómeno, y cómo lo explica?



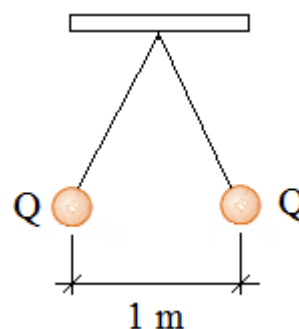
- a) La conducción, b) la fricción o c) la polarización.

P4) Si se pudiesen agrupar todas las cargas positivas que contiene un mol de gas hidrógeno (diatómico) en una sola carga y todas las negativas en otra, ¿qué fuerza se ejercerían entre sí esas dos cargas agrupadas si estuvieran separadas una distancia igual al diámetro terrestre?

- P5)** a) Encontrar la fuerza de atracción eléctrica entre el protón y el electrón en un átomo de hidrógeno. Suponer que el electrón describe una órbita circular de radio a_0 alrededor del protón en reposo.
b) Comparar esta fuerza con la fuerza de atracción gravitatoria entre dichas partículas.

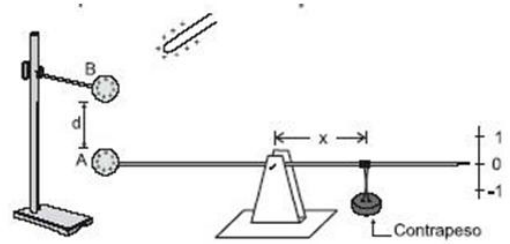
P6) Dos esferas similares de masa m cuelgan de hilos de seda de longitud L . Ambas esferas están cargadas con cargas eléctricas Q (iguales).

- a) Determinar la expresión de la separación x en función de los valores de Q y m .
b) ¿Qué sucede si las esferas tienen cargas diferentes e igual masa?
c) ¿Qué pasaría si las masas son distintas?

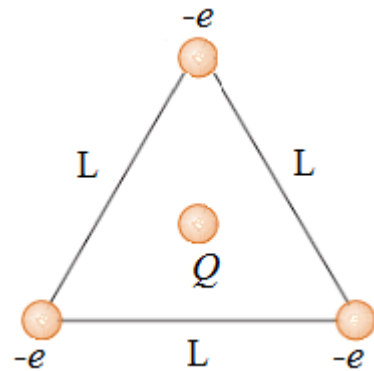


P7) Las esferas metálicas que se muestran en la figura se cargan con $1\ \mu\text{C}$ cada una. La balanza se equilibra al situar el contrapeso a una distancia x del eje. Se pone una tercera esfera a una distancia $2d$ por debajo de la esfera A y cargada con $-2\ \mu\text{C}$. Para equilibrar la balanza se debe:

- a) agregar carga positiva a la esfera A
- b) mover la esfera B hacia abajo
- c) mover el contrapeso a la derecha
- d) mover el contrapeso a la izquierda



P8) En los vértices de un triángulo equilátero de lado L se han situado tres cargas negativas $-e$. Si en el centro de gravedad del triángulo se sitúa una carga de magnitud Q , determine el valor que debe poseer esa carga para mantener el sistema en equilibrio.



Física II (1er. Cuatrimestre 2020)

Cuestionario N° 2

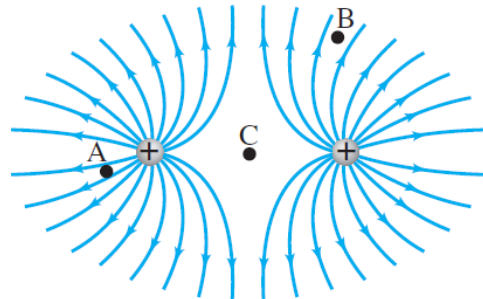
Tema: Campo eléctrico – Ley de Gauss

P1) Queremos determinar el campo eléctrico en un punto cerca de una esfera de metal cargada positivamente (un buen conductor). Hacemos esto acercando una pequeña carga de prueba q_0 a este punto y luego medimos la fuerza F_0 sobre ella. ¿El cociente F_0/q_0 será mayor que, menor que o igual al campo eléctrico que había en ese punto antes de que estuviera presente la carga de prueba?

P2) Dos cargas puntuales de magnitudes y signos desconocidos están separadas una distancia “d”. La intensidad del campo eléctrico es cero en un punto situado entre ellas, en la línea que las une. ¿Que puede deducir respecto de las cargas?

P3) Una carga positiva y otra negativa de la misma magnitud se hallan en una línea recta. ¿Qué dirección y sentido posee el campo eléctrico $\mathbf{E}$ en los puntos de esta línea que se encuentran a) entre las cargas, b) fuera de las cargas y cercana a la carga positiva, c) fuera de las cargas y cercana a la carga negativa y d) fuera de la línea, pero en un punto equidistante de las cargas?

P.04) Considere el campo eléctrico en los tres puntos A, B y C mostrados en la figura 21-51. Dibuje primero una flecha en cada punto indicando la dirección de la fuerza neta que experimentaría una partícula de prueba positiva, localizada en ese punto; luego, liste los tres puntos en orden *decreciente* de la intensidad del campo (comenzando con el más intenso).

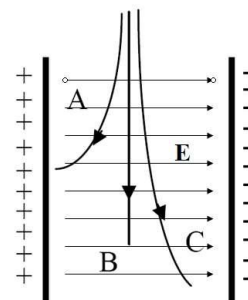


P5) Si se ubica un objeto conductor esférico inicialmente descargado en un campo eléctrico exterior constante.

- a) ¿cómo se modifica la distribución de cargas del conductor? ¿Adquiere éste carga neta?
- b) ¿cómo se modifican las líneas de campo?

P6) Un haz de partículas constituido por protones, neutrones y electrones, penetra en un campo uniforme formado por dos placas electrizadas. Se observa que el haz se divide en tres como se indica en la figura.

- a) ¿Cuál de las partículas citadas constituye el haz A, el B y el C?
- b) ¿Por qué la curvatura del A es más acentuada que la del C?

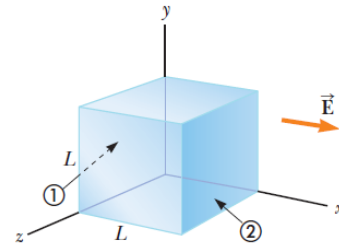


P7) La figura muestra las líneas de fuerza de un campo eléctrico; el espaciamiento entre ellas, perpendicular a la página, es igual en todas partes. a) Si la magnitud del campo en A es 40 N/C, ¿qué fuerza



(magnitud) experimenta un electrón allí? b) ¿Qué magnitud tiene el campo en B? ¿La fuerza que experimentaría el electrón es mayor en A o en B?

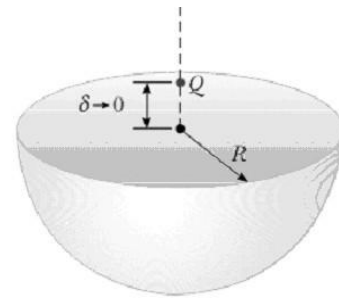
P8) a) Considere un campo eléctrico uniforme orientado en la dirección x . Determine el flujo eléctrico a través de cada superficie de un cubo con bordes L orientados como se muestra en la figura. ¿Cuánto vale y flujo neto?



b) Si la superficie en la figura fuese esférica, ¿la respuesta sería a) mayor que, b) menor que o c) igual al flujo eléctrico neto que se encontró para la superficie cúbica?

P9) Una carga puntual Q se localiza justo arriba del centro de la cara plana de un hemisferio de radio R , como muestra la figura. Determinar el flujo eléctrico a través de:

- la superficie curva,
- la cara plana.



P10) Una carga Q puntual se encuentra en el centro de un globo de radio r . El globo se infla de manera tal que la carga siempre permanece en el centro del mismo.

a) Explique qué sucede con el campo eléctrico en la superficie del globo a medida que este se infla.

b) ¿Qué sucede con el flujo del campo eléctrico sobre la superficie del globo? Justifique sin utilizar la ley de Gauss y utilizando dicha ley.

Considere que el espesor del globo es despreciable, de manera tal que no afecta considerablemente al campo eléctrico.

P11) Suponga que una carga puntual $+Q$ está en el espacio vacío. Con guantes de goma, proceda a rodear la carga con un cascarón conductor esférico concéntrico. ¿Qué efecto tendrá sobre las líneas de campo de la carga?

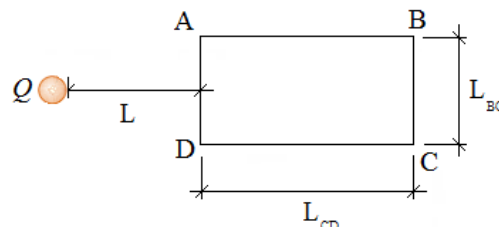
P12) El aire seco se rompe y genera una chispa si el campo eléctrico excede cerca de 3×10^6 N/C. ¿Cuánta carga podría haber dentro de la superficie de una esferita metálica (diámetro de 0.75 cm) antes de se descargue espontáneamente?

Física II (1er. Cuatrimestre 2020)

Cuestionario N° 3

Tema: Potencial eléctrico – Energía potencial eléctrica

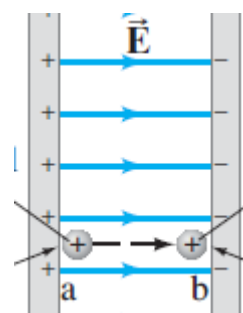
P1) Una carga Q situada a una distancia L de un cuadrilátero genera un campo electrostático (ver figura siguiente). Una carga q recorre el cuadrilátero ABCD hasta volver al punto de partida. ¿Qué trabajo total realiza la fuerza eléctrica sobre q durante este desplazamiento?



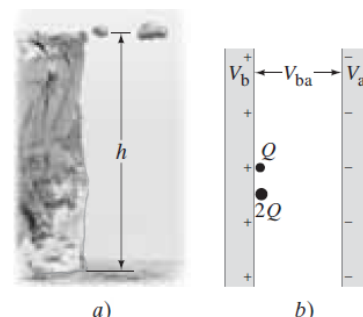
P2) El campo eléctrico producido entre dos placas paralelas con cargas iguales y opuestas; suponemos que su separación es pequeña en comparación con su largo y su ancho, así que el campo debe ser uniforme sobre la mayor parte de la región entre las placas.

a) Ahora considere una pequeña carga puntual positiva q localizada en el punto a muy cerca de la placa positiva, como se muestra en la figura. Esta carga q es tan pequeña que no afecta el campo eléctrico. La carga q en el punto a se deja en libertad, discutir su movimiento, la variación del potencial eléctrico, el trabajo de la fuerza eléctrica, la variación de energía potencial.

b) Discuta los puntos anteriores si se suelta un electrón en el punto b .

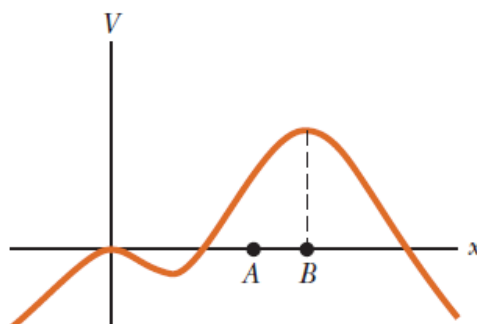


P3) Analice las similitudes que presenta el potencial eléctrico con el caso gravitatorio observando las figuras.



P4) Si una partícula con carga negativa se coloca en reposo en un campo eléctrico donde el potencial eléctrico aumenta en la dirección x positiva, ¿la partícula a) acelerará en la dirección x positiva, b) acelerará en la dirección x negativa o c) permanecerá en reposo?

P5) a) La figura es una gráfica de un potencial eléctrico como función de la posición. Si una partícula con carga positiva se coloca en el punto A, ¿cuál será su movimiento posterior? ¿a) Irá a la derecha, b) irá a la izquierda, c) permanecerá en el punto A o d) oscilará en torno al punto B?
b) Si una partícula con carga negativa se coloca en el punto B de la figura y se le da un ligero empujón hacia la derecha, ¿cuál será su movimiento posterior? ¿a) Irá a la derecha y no regresará, b) irá a la izquierda, c) permanecerá en el punto B o d) oscilará en torno al punto B?

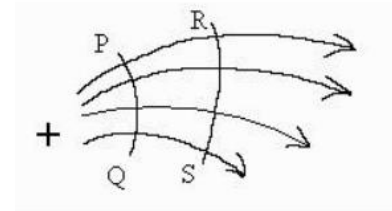


P6) Las líneas equipotenciales:

- a) Son paralelas a las líneas de fuerza
- b) Son perpendiculares a las líneas de fuerza
- c) Su ángulo con respecto a las líneas de fuerza depende de la distribución de carga
- d) Indican la dirección de movimiento de una carga positiva de prueba
- e) Siempre están separadas por la misma distancia.

P7) En la figura:

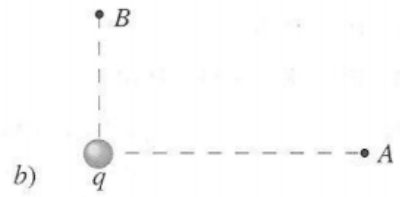
- a) El arco PQ representa un campo eléctrico
- b) El arco RS es una línea equipotencial
- c) Los arcos PQ y RS están al mismo potencial eléctrico
- d) La flecha superior está a mayor potencial que la inferior
- e) La carga positiva está en el lugar equivocado



P8) Se tiene una carga puntual de valor q . Considere el punto A que está a una distancia d de la carga y el punto B que se halla a una distancia $d/2$ diametralmente opuesta, como se muestra en la figura a).



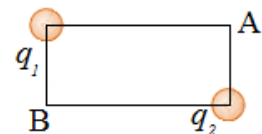
- a) Calcule la diferencia de potencial $V_A - V_B$.
- b) Repita el ejercicio si los puntos A y B están situados como en la figura b) a las distancias anteriores. Interprete...



P9) Considérense dos esferas conductoras, 1 y 2, teniendo la segunda el doble del diámetro de la primera y separadas por una gran distancia. La esfera más pequeña tiene inicialmente una carga positiva Q y la más grande está inicialmente sin carga. Se conectan ahora las esferas con un alambre delgado y largo. (a) ¿Cómo se relacionan los potenciales finales V_1 y V_2 de las esferas? (b) Halle las cargas finales Q_1 y Q_2 sobre las esferas en términos de Q .

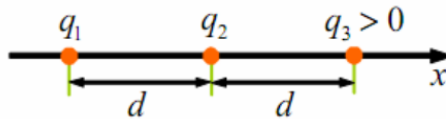
P10) En el rectángulo de largo l y altura h mostrado en la figura se colocan dos cargas q_1 y q_2

- a) ¿Cuáles son los potenciales eléctricos en la esquina B y en la esquina A?
- b) ¿Cuánto trabajo externo se requiere para mover a una tercera carga q_3 positiva desde B hasta A a lo largo de una diagonal del rectángulo?
- c) En este proceso, ¿se convierte el trabajo externo en energía potencial electrostática o viceversa? Explique.



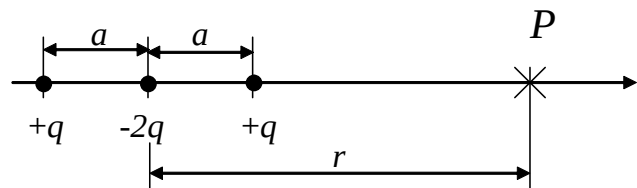
P11) Tres partículas mutuamente separadas una distancia d , se encuentran alineadas sobre el eje x . las cargas q_1 y q_2 se mantiene fijas. La carga q_3 tiene libertad de movimiento pero, de hecho, permanece en reposo.

- ¿Cuánto vale el campo eléctrico en el punto donde se encuentra q_3 ? (justifique)
- ¿Cuál es la relación que existe entre q_1 y q_2 ?
- ¿En cuanto varía la energía de configuración del sistema de cargas si q_3 se encuentra a una distancia d a la izquierda de q_1 ?



- P12)** a) Estudie la energía de configuración de un dipolo.
b) Encuentre una expresión del potencial del dipolo para un punto alejado.

P13) Un par de dipolos eléctricos dispuestos como en la figura se denomina cuadrupolo.



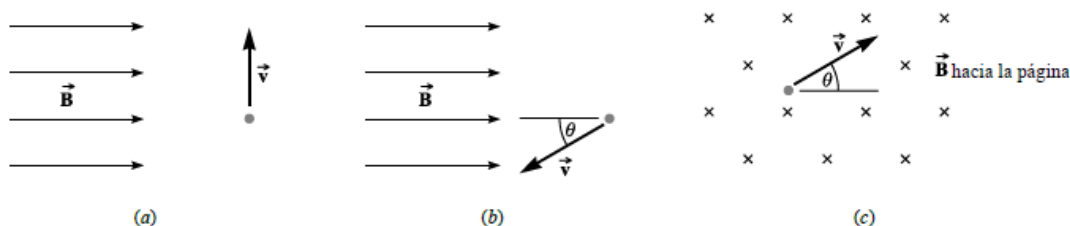
- ¿Cuál es la energía del sistema?
- Encontrar el valor del campo eléctrico en un punto P , situado sobre el eje del cuadrupolo, a una distancia r ($r \gg a$) de su centro.

Física II (1er. Cuatrimestre 2020)

Cuestionario N° 7

Tema: Magnetismo

1) La partícula que se muestra en la figura tiene carga positiva en todos los casos. ¿Cuál es la dirección de la fuerza sobre ella debida al campo magnético? Proporcione su magnitud en términos de B , q y v .

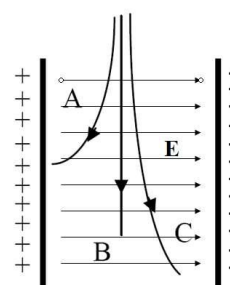


2) ¿Cómo puede usarse el movimiento de una partícula cargada para distinguir entre un campo magnético y un campo eléctrico en cierta región?

3) Dos partículas cargadas se proyectan en la misma dirección en un campo magnético perpendicular a sus velocidades. Si las dos partículas son desviadas en direcciones opuestas, ¿qué se puede decir de ellas?

4) Un haz de partículas constituido por protones, neutrones y electrones, penetra en un campo uniforme formado por dos placas electrizadas. Se observa que el haz se divide en tres como se indica en la figura.

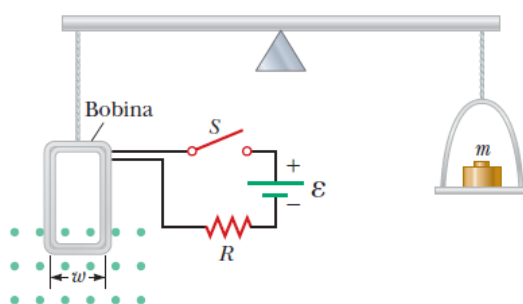
- a) ¿Cuál de las partículas citadas constituye el haz A, el B y el C?
b) ¿Por qué la curvatura del A es más acentuada que la del C?



5) La figura es una configuración que se puede usar para medir campos magnéticos. Una bobina rectangular de alambre que contiene N vueltas tiene ancho w .

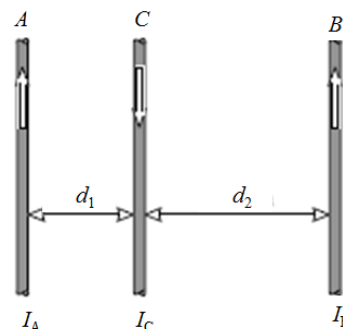
La bobina está unida a un brazo de una balanza y está suspendida entre los polos de un imán. El campo es uniforme y perpendicular al plano de la bobina. El

sistema se equilibra primero cuando la corriente en la bobina es cero. Cuando se cierra el interruptor y la bobina porta una corriente I , se debe agregar una masa m al lado



derecho para equilibrar el sistema. Encuentre una expresión para la magnitud del campo magnético y determine su dirección.

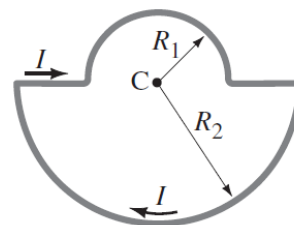
6) Considere los tres alambres largos paralelos rectos que se observan en la figura 1. Encuentre la fuerza que experimenta una longitud L de longitud del alambre C .



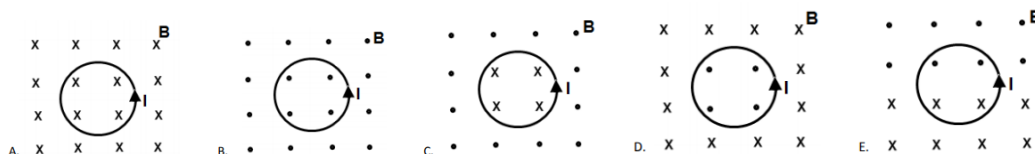
7) Una espira suelta y flexible de alambre conduce una corriente I . La espira de alambre se coloca sobre una mesa horizontal en un campo magnético uniforme perpendicular al plano de la mesa. Esto ocasiona que la espira de alambre se expanda en forma circular mientras yace sobre la mesa. En un diagrama, muestre todas las orientaciones posibles de la corriente I y el campo magnético que pudieran hacer que esto ocurra. Explique su razonamiento.

8) Una espira cuadrada y una circular con la misma área están en el plano xy , donde hay un campo magnético uniforme $\mathbf{B}$ que apunta en cierto ángulo θ con respecto a la dirección z positiva. Por cada espira circular la misma corriente, en la misma dirección. ¿Cuál torque magnético es más grande? a) el torque sobre la espira cuadrado, b) el torque sobre la espira circular, c) los torques son iguales, d) se necesita más información.

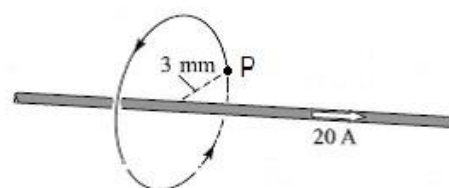
9) A un alambre se le da forma de dos medios círculos conectados mediante secciones rectas de igual longitud, como se ilustra en la figura. Una corriente I fluye en el circuito, en sentido horario, como se indica. Determine a) la magnitud y dirección del campo magnético en el centro, C , y b) el momento dipolar magnético del circuito.



10) ¿Cuál de los siguientes diagramas representa el campo magnético debido a una corriente circular?



11) Un alambre de gran longitud lleva una corriente de 20 A a lo largo del eje de un solenoide de gran longitud de 5 cm de radio. El campo debido al solenoide es de 4 mT . Encuentre el campo resultante en un punto P , situado a 3 mm del eje del solenoide.



Guía de Problemas n° 1

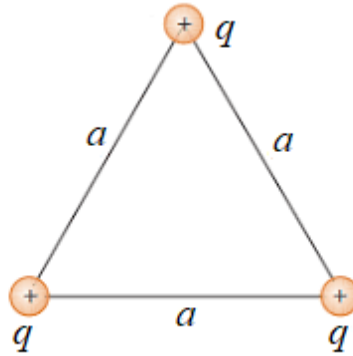
LEY DE COULOMB

1) Una carga de $+3 \mu\text{C}$ se coloca en el origen de un sistema de coordenadas. Otra de $-1.5 \mu\text{C}$ se halla en la posición P_1 : (12 cm; 0).

a) Hallar la fuerza que actúa sobre cada carga.

b) ¿Cuál sería la fuerza entre estas cargas si se encuentran dentro de un medio diferente al vacío con $\kappa = 78$? Un modo de tener en cuenta el fenómeno es reemplazar la permitividad del vacío ϵ_0 por la permitividad en el medio ϵ donde la relación entre estas constantes es $\epsilon / \epsilon_0 = \kappa$ (adonde κ es la constante dieléctrica).

2) En los vértices de un triángulo equilátero de lado $a = 35 \text{ cm}$ hay cargas puntuales de 2 nC cada una.



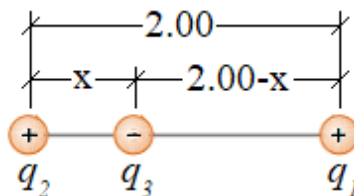
¿Cuál será la magnitud y dirección de la fuerza eléctrica resultante sobre:

a) la carga del vértice superior del triángulo?

b) la carga del vértice inferior derecho del triángulo?

c) una carga de 3 nC ubicada en el centro del triángulo? (¿Cuál es la ubicación geométrica del centro?)

3) En la figura se muestran tres cargas puntuales ubicadas sobre el eje X y se indican las posiciones de $q_1 = 7 \mu\text{C}$ y $q_2 = 14 \mu\text{C}$. Determinar la posición x de equilibrio si q_3 es una carga negativa.



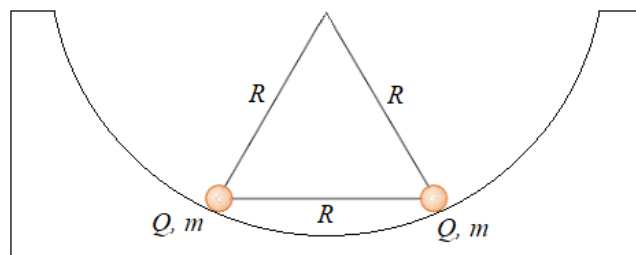
4) En la configuración análoga a del problema anterior, los valores de las cargas q_1 y q_2 son iguales y son del mismo signo. Una carga q_3 es de igual signo que las anteriores. (en esta situación, ¿cuál es la posición de equilibrio de q_3 ?)

a) Manteniendo q_1 y q_2 fijas, se desplaza q_3 a una pequeña distancia hacia la derecha de su posición de equilibrio, ¿Cómo será el movimiento de q_3 ? ¿Cómo es el equilibrio? Suponga que sólo puede moverse a lo largo del eje X.

b) Si el desplazamiento de q_3 es de una distancia hacia arriba de su posición de equilibrio, ¿Cómo será el movimiento de q_3 ? ¿Cómo es el equilibrio?

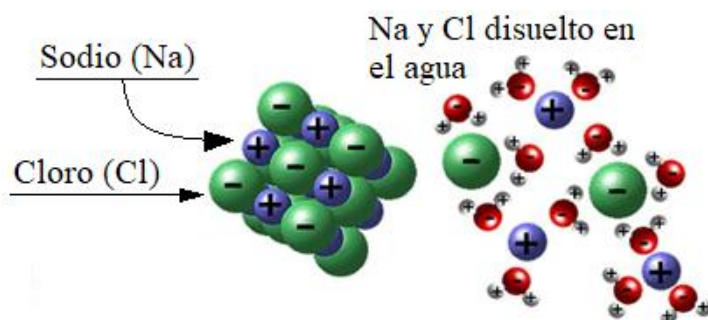
c) Plantear nuevamente estas situaciones, considerando que q_3 es de signo opuesto al de q_1 y q_2 .

5) Se colocan dos bolitas cargadas, ambas de masa $m = 25 \text{ g}$ e igual carga Q en el fondo de un recipiente semiesférico de radio $R = 12 \text{ cm}$, el cual es aislante y no presenta rozamiento. Las bolitas se mueven hasta que quedan en equilibrio a una distancia R . Determinar el valor de la carga Q . (¿A cuántas unidades elementales de carga equivale ese valor de Q ?)



6) El cristal iónico NaCl consiste en un conjunto regularmente espaciado de iones cloro y sodio. Los iones cloro, de carga negativa, y los iones sodio con carga positiva, interactúan por medio de la fuerza manteniendo la estructura del cristal (¿Cuánto vale la carga de cada uno de los iones?)

a) La separación mínima entre iones de carga opuestas, en el cristal, es de $2.81 \times 10^{-10} \text{ m}$. ¿Cuánto vale la fuerza entre un par de iones próximos?



b) (Utilizando la relación de las constantes de permitividad del inciso b del ejercicio 1) En el proceso de disolución de NaCl en agua, las fuerzas eléctricas entre cargas aparecen disminuidas respecto de lo que ocurre en el vacío. La constante dieléctrica para el agua a 25°C es $\kappa = 78$. Suponiendo que la separación entre iones de la disolución aumenta diez veces el valor que tenía en el cristal, y además el medio en que los iones están inmersos es agua ¿cuánto vale en este caso la fuerza entre un par de iones de signos opuestos?

Guía de Problemas nº 2

CAMPOS ELÉCTRICOS CREADOS POR CARGAS PUNTUALES

1) Dos cargas puntuales $q_1 = 5.3 \mu\text{C}$ y $q_2 = 7.4 \mu\text{C}$, están separadas 4.65 m entre si.

a) Determinar el vector campo eléctrico en el sitio donde está ubicada q_2 .

b) Determinar el vector campo eléctrico en el sitio donde está ubicada q_1 .

c) Determinar el vector campo eléctrico en la mitad del segmento que une las cargas.

2) Una esfera que pesa 0.8 gf se mantiene en equilibrio en una zona donde el campo eléctrico es vertical y está dirigido hacia abajo, y tiene una intensidad de 360 N/C. ¿Cuánto vale la carga de la esfera?

3) a) Determinar la fuerza resultante sobre que las cargas q_1 y q_2 ejercen sobre q_3 .

b) Hallar el vector campo eléctrico en el punto C.

Datos:

$$q_1 = 4.3 \text{ mC}$$

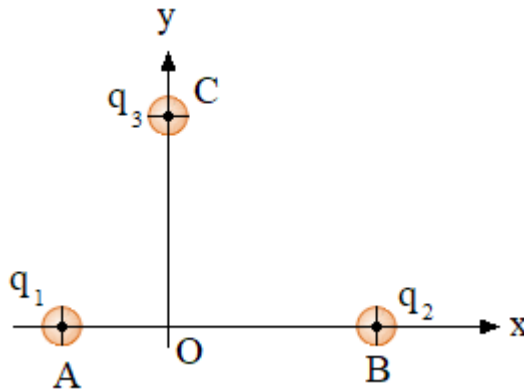
$$q_2 = -6.2 \text{ mC}$$

$$q_3 = -0.2 \text{ mC}$$

$$d_{AO} = 1.2 \text{ m}$$

$$d_{BO} = 2.5 \text{ m}$$

$$d_{CO} = 2.8 \text{ m}$$



4) Se tienen dos cargas puntuales $q_A = 15 \mu\text{C}$ y $q_B = -8 \mu\text{C}$ separadas 1.2 m. Hallar el punto (o los puntos), en el plano del papel, donde el campo eléctrico resultante se anula.



Para pensar: ¿Existe más de una respuesta? (explicar)

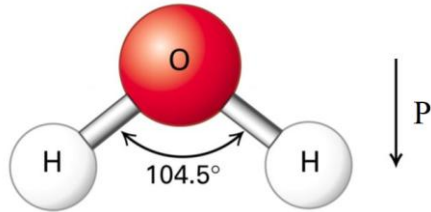
¿Es posible que el campo se anule en puntos que no pertenezcan a este plano?

¿Es posible hallar un par de valores de cargas tal que el campo resultante no se anule nunca (salvo en el infinito)?

5) a) Dibujar esquemáticamente las líneas de campo generadas por un par de cargas puntuales de valores $+Q$ y $+Q$ separadas a una distancia d .

b) realizar el esquema de las líneas de campo cuando las cargas valen $+Q$ y $-Q$ (dipolo).

6) a) La molécula de agua tiene un momento dipolar (en fase gaseosa) de $6.16 \times 10^{-30} \text{ Cm}$ (1.85 D)*. Este momento dipolar se debe al desbalance geométrico de las cargas (exceso de cargas negativas en el oxígeno y positivas en los hidrógenos). El ángulo entre los enlaces O-H es de 104.5° y la longitud de los mismos es de 96 pm . En base a los datos, estimar el valor de la carga q del dipolo.



b) Una molécula simétrica tal como CO_2 no tiene momento dipolar. ¿Por qué?

* Nota: los momentos dipolares se suelen expresar en unidades Debye (D). ¿A qué equivale un Debye en unidades del S.I?

Problemas propuestos y preguntas correspondientes a las Guías 1 y 2:

P1) Al caminar sobre una alfombra, en un día seco, una persona recibió por fricción una carga negativa de $64 \mu\text{C}$. Después, al tocar la puerta de salida, esa persona sintió una descarga. ¿Cuántos electrones pasaron de la alfombra a la persona y de la persona a la puerta? Datos: e (carga del electrón) = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Respuesta: 4×10^{14} electrones

P2) Dos esferas metálicas montadas sobre soportes aislantes están en contacto. ¿Cómo podrían cargarse eléctricamente sin tocarlas? ¿De qué signo será la carga que tendrán? Se dispone de una varilla de plástico que se ha frotado y se encuentra cargada.

P3) Calcular la velocidad tangencial del electrón en el átomo de hidrógeno y su velocidad angular. ¿Qué trabajo realiza la fuerza eléctrica? Asuma que el electrón describe una órbita circular y que se aplican los conceptos de la Física clásica.

Respuesta: $v = 2.18 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\omega = 4.13 \times 10^{16} \text{ rad/s}$

P4) ¿Bajo qué condiciones es posible considerar que dos esferas cargadas se comportan como cargas puntuales?

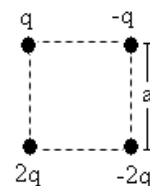
P5) La suma de las cargas de dos pequeñas esferas es de $3 \times 10^{-10} \text{ C}$. ¿Cuál es la carga sobre cada esfera si se repelen con una fuerza de $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ cuando están separadas una distancia de 3 cm ?

Respuesta: $q_A = 2 \times 10^{-10} \text{ C}$; $q_B = 10^{-10} \text{ C}$

P6) Si se pudiesen agrupar todas las cargas positivas que contiene un mol de gas hidrógeno (diatómico) en una sola carga y todas las negativas en otra, ¿qué fuerza se ejercerían entre si esas dos cargas agrupadas si estuvieran separadas una distancia igual al diámetro terrestre?

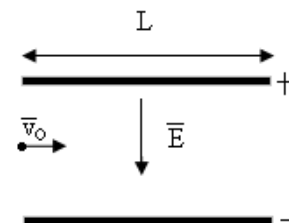
Respuesta: $2.07 \times 10^6 \text{ N}$

P7) ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre la carga del vértice inferior izquierdo del cuadrado de la figura si $q = 10^{-7} \text{ C}$ y $a = 5 \text{ cm}$?



Respuesta: $F = 0.175 \text{ N}$; $\alpha = -15.3^\circ$

P8) El campo eléctrico entre dos placas paralelas cargadas es de 10000 N/C , la separación entre las mismas es de 1 cm y su longitud (L) es de 2 cm . Se lanza un electrón en dirección perpendicular al campo con velocidad $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$, como se indica en la figura.



- Hallar su desviación transversal al salir de las placas.
- Hallar su velocidad al salir de las placas.
- ¿Cómo varió la energía cinética del electrón a la salida de esa zona del espacio?

Respuesta: a) $\Delta y = 3.5 \text{ mm}$; b) $v = 10.6 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\alpha = 19.34^\circ$;
c) $\Delta E_0 = 5.6 \times 10^{-18} \text{ J} = 35 \text{ eV}$

Guía de Problemas nº 3

LEY DE GAUSS – DISTRIBUCIONES DE CARGAS NO PUNTUALES

1) Una carga $q = 2 \mu\text{C}$ se coloca en el centro de un cubo de 0.5 cm de lado. ¿Cuánto vale el flujo a través de la superficie del cubo?

2) Una esfera conductora maciza tiene radio R y carga neta Q .

a) Determinar la forma en que se distribuye la carga en la esfera, justificándola mediante la ley de Gauss.

b) Hallar la expresión del campo eléctrico en todo el espacio, empleando la Ley de Gauss cuando sea posible.

c) Graficar el módulo del campo en función de la distancia al centro de la esfera.

d) El radio de la esfera es $R = 0.8 \text{ cm}$. Se conoce que el campo a 1.5 cm del centro de la esfera vale $4.3 \times 10^{-3} \text{ N/C}$ y está dirigido hacia el centro. ¿Cuánto vale la carga Q ?

e) ¿Cuánto vale el campo a 0.32 cm del centro de la esfera?

f) Dibujar las líneas de campo eléctrico.

3) Una carga puntual $Q = 34 \text{ nC}$ está ubicada en el centro de una esfera hueca, conductora, eléctricamente neutra, de radio interior $R_A = 4 \text{ cm}$ y radio exterior $R_B = 5.5 \text{ cm}$.

a) Determinar la distribución de la carga inducida en la esfera hueca. Graficar las líneas de campo.

b) Empleando la ley de Gauss, hallar el campo eléctrico en todo espacio.

c) Graficar el módulo del campo en función de la distancia a la carga puntual.

d) Hallar los valores de densidad superficial de carga (σ) en cada una de las superficies de la esfera.

4) Una esfera maciza conductora de radio $R_1 = 5 \text{ cm}$, tiene carga $Q_1 = 7.5 \text{ nC}$. Está rodeada de otra esfera conductora hueca, concéntrica con la anterior, que tiene carga $Q_2 = 8 \text{ nC}$. Los radios de la esfera exterior son $R_2 = 10 \text{ cm}$ y $R_3 = 12 \text{ cm}$, respectivamente.

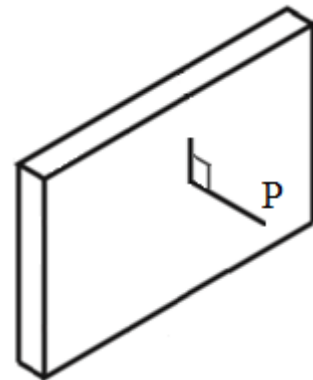
a) Determinar de qué manera se distribuyen las cargas en las esferas.

b) Dibujar las líneas de campo eléctrico.

5) Dos cilindros conductores coaxiales infinitamente largos tienen distribución lineal de carga, λ y -2λ , respectivamente. El cilindro interior, macizo, tiene radio R_1 y el exterior tiene un hueco de radio R_2 , siendo R_3 el radio de su superficie exterior.

- Determinar de qué manera se distribuyen las cargas en los cilindros.
- Dibujar las líneas de campo eléctrico.

6) a) Determinar la forma que tienen las líneas de campo eléctrico generado por una placa plana, no conductora, delgada, muy grande, de área A y densidad de carga σ uniformemente distribuida, de manera que la distribución superficial de carga sea constante en las superficies izquierda y derecha. Dibujar las líneas de campo eléctrico a ambos lados de la placa.



b) Utilizando la ley de Gauss calcular el módulo del campo eléctrico (en el exterior de la placa) en puntos P ubicados en posiciones aproximadamente centrales y no muy alejadas de la placa.

c) Calcular la fuerza que la lámina ejerce sobre un electrón cercano al centro de la misma, considerando que $\sigma = 3.4 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$. La fuerza, ¿es atractiva o repulsiva?

d) Determinar las semejanzas y diferencias con los resultados anteriores si la placa fuera conductora.

7) Una esfera pequeña de masa $m = 10 \text{ g}$ y carga $1.6 \mu\text{C}$ está suspendida de un hilo de seda que forma un ángulo de 10° con respecto a una gran placa conductora vertical cargada con una distribución superficial de carga σ .

a) ¿Cuánto vale el campo eléctrico ejercido sobre la esfera?

b) Hallar el valor de σ .

8) Una esfera conductora de radio 5 cm está rodeada por un cascarón esférico concéntrico de radio interno 10 cm y radio externo 12 cm . La esfera tiene carga $-Q$ y el cascarón exterior una carga $+3Q$. Las cargas están en equilibrio electrostático y $Q = 5 \text{ nC}$. Utilizando la ley de Gauss, determine las cargas y los campos eléctricos presentes en todas partes.

9) Dos placas conductoras planas y paralelas de áreas A iguales, separadas una distancia d , están cargadas con cargas Q y $-Q$ respectivamente.

a) Determinar la forma en que se distribuyen las cargas en las placas y hallar la forma del campo eléctrico en el interior (cerca del centro de las placas) y en el exterior de las mismas, dibujando las líneas de campo.

b) Si el campo entre las placas vale $E = 720 \text{ N/C}$, hallar el valor de σ .

10) Un electrón se libera desde una placa conductora cargada negativamente y choca al cabo de 16 ns contra otra placa paralela conductora carga positivamente ubicada a una distancia $d = 1.8 \text{ cm}$ de la primera. Ambas placas tienen el mismo valor de distribución superficial de carga.

a) Calcular el campo eléctrico en la zona entre las placas.

b) Hallar la velocidad del electrón al chocar contra la segunda placa.

Valores típicos de algunos campos eléctricos

Condición	Campo E (N/C)
Tubo fluorescente	10
Atmósfera (buen tiempo)	1.3×10^2
Atmósfera (tiempo tormentoso)	1×10^4
Fotocopiadora	1×10^5
Descarga en el aire	3×10^6

Guía de Problemas n° 4

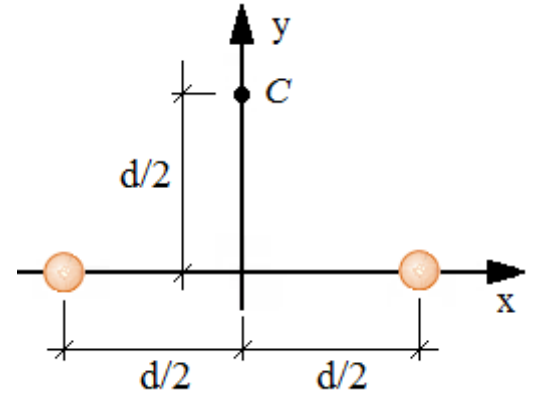
POTENCIAL ELÉCTRICO

1) Dos cargas de igual valor $q = -2.13 \mu\text{C}$ están fijas en el espacio y separadas una distancia $d = 1.96 \text{ cm}$, como se muestra en la figura.

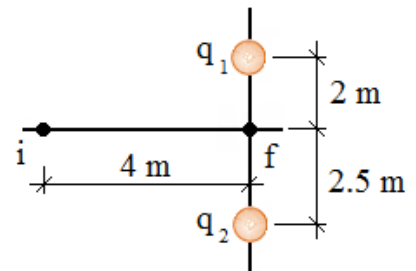
a) ¿Cuál es el potencial eléctrico en el punto C, ubicado una distancia $d/2$ sobre la recta perpendicular a la recta que pasa por las cargas?

b) Se acerca una tercera carga $Q = 1.91 \mu\text{C}$ muy lentamente desde el infinito hasta el punto C. ¿Cuál es el trabajo mínimo que debe realizarse?

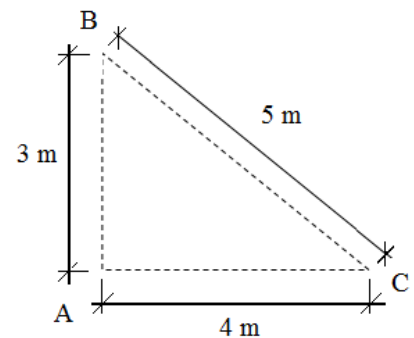
(Es necesario que actúe un agente externo para traer esa carga? Explique).



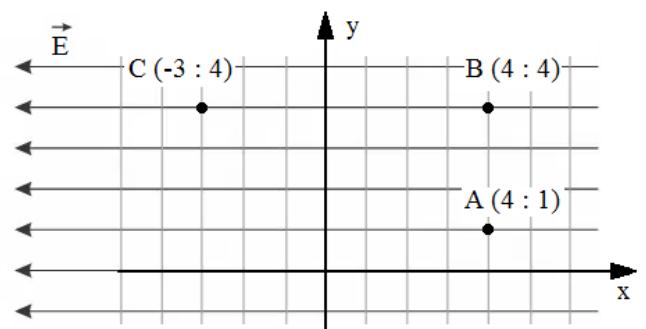
2) Las cargas q_1 y q_2 valen 6 nC y 4 nC respectivamente. Están fijas en las posiciones (expresadas en metros) que se indican en el dibujo. Calcular el trabajo mínimo que debe realizar un agente externo para mover una tercera carga de valor 5 nC entre los puntos i y f.



3) Se colocan cargas eléctricas de valores $q_A = 3 \mu\text{C}$; $q_B = 5 \mu\text{C}$ y $q_C = 4 \mu\text{C}$, en los vértices de un triángulo rectángulo, como se muestra en la figura. Calcular el trabajo necesario para formar esa distribución de cargas, trayéndolas desde el infinito (llamada *energía de configuración*).



4) Un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -3000 \text{ N/C } \hat{i}$ apunta en dirección del eje X negativo, como se muestra en la figura. Las coordenadas x e y de los puntos A, B y C se indican en el diagrama (en metros). Determinar las diferencias de potencial $(V_A - V_B)$, $(V_B - V_C)$ y $(V_A - V_C)$



5) A una placa delgada no conductora de gran área se le aplicaron cargas a ambas superficies. Quedó con una densidad de carga $\sigma = 0.12 \mu\text{C}/\text{m}^2$ de cada lado.

a) ¿Cuál es la geometría de las superficies equipotenciales para esta distribución de carga?

b) ¿Cuál es la separación entre superficies equipotenciales cuyos potenciales difieren de 480 V? Realice un esquema.

c) Hallar la diferencia de potencial entre dos placas conductoras planas paralelas de gran tamaño, cargadas con cargas $+\sigma$ y $-\sigma$ que están separadas una distancia d , (donde $d = 15 \text{ cm}$ y $\sigma = 1.85 \times 10^{-8} \text{ C}/\text{m}^2$). Graficar la diferencia de potencial en función de la distancia entre las placas.

6) Se establece una ΔV de 1400 V entre dos placas planas separadas 3.4 cm. Un electrón parte del reposo desde la placa negativa.

a) ¿Cuánto vale la variación de energía potencial del electrón al llegar a la placa positiva? Expresar la respuesta en J y en eV.

b) ¿Con qué velocidad llega el electrón?

c) ¿Dependen estos resultados de la distancia entre las placas?

7) a) Hallar el potencial V (considerando como referencia que el potencial en el infinito es cero) creado por una carga puntual $Q_1 = 2.35 \text{ nC}$ en función de la distancia a la carga.

b) Calcular el potencial a una distancia de 5 cm de la carga.

c) Realizar la gráfica $V(r)$.

d) Si se busca hallar la distancia entre equipotenciales que tengan una diferencia de 10V entre sí, ¿es constante esa distancia? (*sugerencia*: emplear la gráfica de la parte c)

e) Hallar el valor del potencial creado por una carga $Q_2 = -2.35 \text{ nC}$, en función de la distancia a la carga. Graficarlo.

f) Calcular dicho potencial a una distancia de 7 cm de la carga.

8) En el átomo de hidrógeno, supongamos que el protón está fijo y que el electrón gira con MCU en una órbita de radio a_0 .

a) Calcular la energía cinética del electrón y su velocidad.

b) Hallar la energía de interacción entre las cargas.

c) Determinar la energía mecánica total del átomo.

d) Calcular el trabajo necesario para separar ambas partículas a una distancia infinita. Expresar dicho trabajo en electronvolts. (Este valor se conoce como energía de ionización).

9) Una esfera conductora de radio $R = 25 \text{ cm}$ está cargada con $Q = -3.2 \text{ nC}$.

a) ¿A qué potencial respecto del infinito se halla esta esfera?

b) ¿Cuánto vale el potencial a una distancia del centro de la esfera igual a $R/2$? ¿Cuánto vale el campo eléctrico en dicho punto?

c) Hallar a qué distancia del centro de la esfera el potencial es la mitad.

d) Graficar el potencial de la esfera en función de la distancia al centro de la misma. Comparar dicha gráfica con la de una carga puntual de valor $q = -3.2 \text{ nC}$ ubicada en el origen de coordenadas.

10) a) Demostrar que una esfera conductora de radio R que posee carga Q , tiene una energía:

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

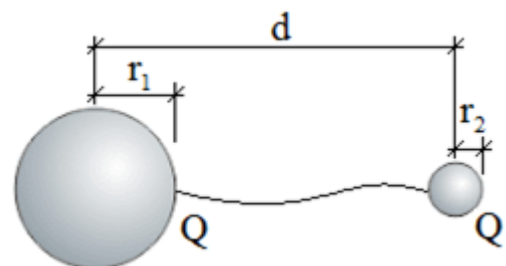
(sugerencia: utilizar $U = \int_0^Q dQV$)

Esta expresión ¿es adecuada para calcular la energía de una carga puntual aislada?

b) Hallar la energía del sistema de dos esferas cargadas, de radios $R_1 = 5 \text{ cm}$ y $R_2 = 4 \text{ cm}$ con cargas $Q_1 = 3.2 \text{ nC}$ y $Q_2 = 7.5 \text{ nC}$ respectivamente, que están separadas a una distancia $d = 2.3 \text{ m}$ (es decir, $d \gg R$)

11) Se tiene dos esferas conductoras. Inicialmente, las esferas de radio $r_1 = 12.2 \text{ m}$ y la radio $r_2 = 5.88 \text{ m}$ tienen cada una la cantidad de carga $Q = 28,6 \text{ nC}$.

Las esferas están separadas una distancia d , donde $d \gg r_1$. Se las conecta después por medio de un alambre conductor.



a) ¿Qué ocurre al conectarlas?

b) ¿Cuánto vale la carga final de cada esfera?

c) ¿Cuánto vale o potencial de cada una de ellas?

d) Determine la energía total del sistema formado por estas dos esferas, antes y después de conectarlas. Comparar y comentar el resultado.

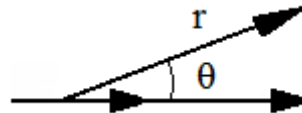
12) Hallar la diferencia de potencial entre dos esferas conductoras concéntricas de carga Q_1 y Q_2 . El radio de la esfera maciza interna es R_1 y la esfera exterior tiene un hueco de radio R_2 y su superficie exterior tiene R_3 .

Datos: $Q_1 = 4 \text{ nC}$; $Q_2 = -4 \text{ nC}$; $R_1 = 2.5 \text{ cm}$; $R_2 = 5 \text{ cm}$; $R_3 = 7 \text{ cm}$.

13) En un tubo de vacío se observa que la diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo (donde este último se considera a potencial 0) varía según la expresión $V(x) = 1530 x^2$, con V dado en voltios cuando la distancia x desde el ánodo está expresada en metros. Hallar el campo eléctrico en la posición $x = 1.28$ cm. Realice un esquema de $V(x)$.

14) El potencial eléctrico creado por un dipolo, en puntos alejados del mismo, depende de la distancia r al centro y de la orientación θ respecto del eje del dipolo, y tiene la expresión

$$V(r, \theta) = \frac{|p| \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



a) Calcular el potencial eléctrico de un dipolo cuyo momento dipolar es 4.8×10^{-30} C.m en un punto ubicado a una distancia de 1.1×10^{-9} m, y que está:

b1) a lo largo del eje del dipolo cerca de la carga positiva.

b2) a 45° por encima del eje pero cerca de la carga positiva.

b3) a 45° por encima del eje pero cerca de la carga negativa.

Realice un esquema de las distintas situaciones

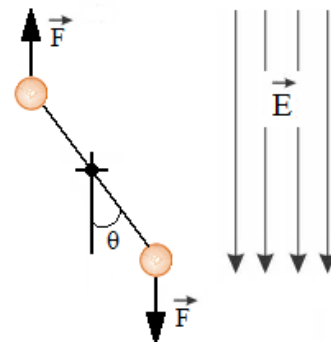
15) Un dipolo eléctrico experimenta un torque en un campo eléctrico exterior:

$$\tau = p \times E$$

a) Calcule el valor del torque para un dipolo de 7×10^{-31} C.m en un campo de 3000 N/C, cuando entre la orientación del dipolo y el campo exterior hay un ángulo $\theta = 22^\circ$.

b) La energía potencial de un dipolo en un campo eléctrico exterior es $U = -p \cdot E$. Determinar cuál es la orientación del dipolo respecto del campo E que presenta menor energía. Realice un esquema de la energía en función del ángulo θ .

c) Calcular la energía del dipolo en la posición del inciso a).



Problemas propuestos y preguntas correspondientes a las Guías 3 y 4:

P1) Si el flujo de campo eléctrico tiene valor cero en cierta zona del espacio;

- a) ¿Se puede deducir que allí el campo eléctrico es nulo?
- b) ¿Cómo se puede utilizar la ley de Gauss para calcular el campo electrostático en el interior de un conductor, independientemente de la forma del metal?
- c) ¿Qué ocurre si el conductor no es macizo (es decir, tiene huecos en su interior) pero no hay cargas en su interior?

P2) Un cubo metálico tiene carga Q .

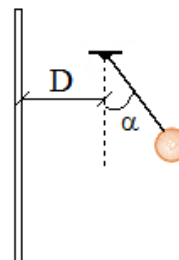
- a) ¿Es posible utilizar la ley de Gauss para calcular el campo eléctrico en el exterior del cubo? Explicar.
- b) Dibujar aproximadamente las líneas del campo.

Respuesta: No

P3) ¿Es posible emplear la expresión $F = q E$ para calcular la fuerza que se ejercen entre si dos placas paralelas cargadas?

P4) ¿Cómo cambia el campo eléctrico creado por una carga puntual Q en un punto P , si se empleara una carga de prueba negativa para determinarlo? Sugerencia: analice los dos casos.

P5) Una pequeña esfera de masa $m = 20 \text{ g}$ y carga $q = 3.2 \times 10^{-10} \text{ C}$ está suspendida de un hilo de seda de longitud $L = 1 \text{ m}$ que forma un ángulo $\alpha = 22^\circ$ con respecto a una placa plana vertical infinitamente grande, la cual está a una distancia $D = 5 \text{ m}$ del punto de suspensión del hilo. Hallar la distribución de carga de la placa.



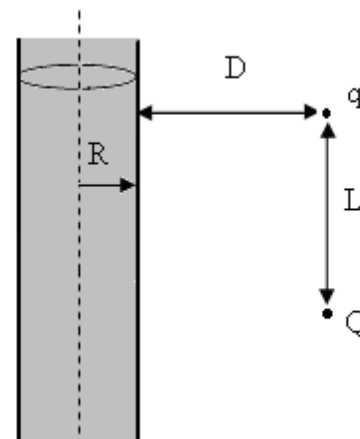
Respuesta: $\sigma = 4.38 \times 10^{-3} \text{ C/m}^2$

P6) Hallar la fuerza eléctrica a la cual está sometida una carga puntual q que está a una distancia D de un cilindro largo de radio R con densidad lineal de carga λ y a una distancia L de una carga puntual Q .

Datos: $q = 1 \text{ nC}$; $Q = 0.48 \text{ nC}$; $L = 1.2 \text{ m}$; $D = 0.6 \text{ m}$; $R = 0.2 \text{ m}$; $\lambda = 0,22 \text{ nC/m}$.

El campo creado por un cilindro con densidad lineal de carga λ a una distancia r del centro del mismo es:

$$E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r}$$



Respuesta: $F = 5.78 \times 10^{-9} \text{ N}$; $\alpha = 31.24^\circ$

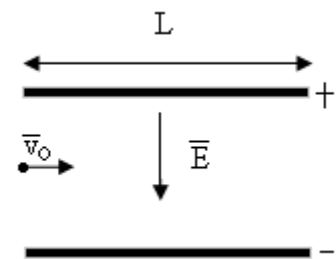
P7) a) Encontrar la forma en que se distribuyen las cargas en dos esferas conductoras concéntricas con cargas $Q_1 = Q$ y $Q_2 = -3Q$. El radio de la esfera maciza inferior es r_1 y los radios de la esfera hueca exterior son r_2 y r_3 .

b) Dibujar las líneas del campo.

P8) a) Hallar la manera en que se distribuyen las cargas en dos cilindros conductores concéntricos que tienen distribuciones lineales de carga λ y $-\lambda$. El radio del cilindro macizo interior es r_1 y los radios del cilindro hueco exterior son r_2 y r_3 .

b) Dibujar las líneas del campo.

P9) El campo eléctrico entre dos placas paralelas cargadas es de 10000 N/C , la separación entre las mismas es de 1 cm y su longitud (L) es de 2 cm . Se lanza un electrón en dirección perpendicular al campo con velocidad $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$, como se indica en la figura.



a) Hallar su desviación transversal al salir de las placas.

b) Hallar su velocidad al salir de las placas.

c) ¿Cómo varió la energía cinética del electrón a la salida de esa zona del espacio?

Rta: a) $\Delta y = 3.5 \text{ mm}$; b) $v = 10.6 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\theta = 19.34^\circ$; c) $\Delta E_0 = 5.6 \times 10^{-18} \text{ J} = 35 \text{ eV}$

P10) Si se conoce el campo eléctrico en una zona del espacio, ¿se puede conocer la diferencia de potencial entre dos puntos de esa zona?

Recíprocamente, ¿es posible conocer el campo eléctrico si el dato es la función potencial en la correspondiente zona del espacio?

P11) Dos placas metálicas paralelas y grandes están separadas 1.48 cm y contienen cargas iguales pero opuestas. Se considera que la placa negativa tiene potencial cero. Si el potencial a la mitad de la distancia entre las placas es de 5.52 V , ¿cuánto vale el campo eléctrico entre las placas?

Respuesta: 746 V

P12) Hallar la d.d.p. $V_A - V_B$ entre $r_A = 5 \text{ m}$ y $r_B = 15 \text{ m}$ producido por una carga puntual $Q = 500 \text{ pC}$ ubicada en el origen de coordenadas.

Respuesta: $V_{AB} = 0.6 \text{ V}$

P13) ¿Qué energía está almacenada en un sistema de cargas puntuales $Q_A = 3 \text{ nC}$ y $Q_B = -3 \text{ nC}$ separadas por una distancia de 0.2 m ?

Respuesta: $- 405 \text{ nJ}$

P14) a) El campo eléctrico es cero en cierto punto del espacio. ¿Es necesario que el potencial valga cero? Ejemplificar.

b) El potencial es cero en cierto punto del espacio. ¿Es necesario que el campo eléctrico valga cero? Ejemplificar.

P15) En un relámpago típico, la diferencia de potencial entre los puntos de descarga durante una tormenta eléctrica es de $1 \times 10^9 \text{ V}$, y la carga transferida es aproximadamente de 30 C . ¿Cuánta energía se libera?

Respuesta: 30 GJ

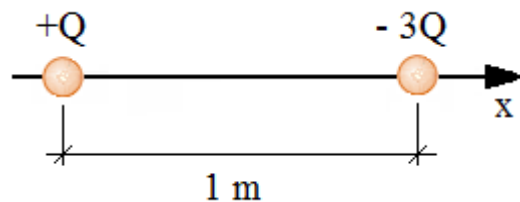
P16) ¿Cuál es el potencial eléctrico en la superficie de un núcleo de oro? El radio es de $6.6 \times 10^{-15} \text{ m}$ y tiene una carga correspondiente a 79 protones.

Respuesta: $1.72 \times 10^7 \text{ V}$

P17) En la figura, hallar los puntos sobre el eje X para los cuales:

a) el potencial V se anula, y

b) el campo eléctrico $E = 0$.



Respuesta: a) 0.5 m a la izq de $+Q$; 0.25 m a la der de $+Q$; b) 1.37 m a la izq de $+Q$

P18) Una pequeña esfera de $0,2 \text{ g}$ cuelga de una cuerda entre dos placas paralelas verticales separadas 5 cm . La esfera tiene una carga de 7 nC . Si la d.d.p. entre las placas es de 1000 V , calcular el ángulo que el hilo forma con la vertical.

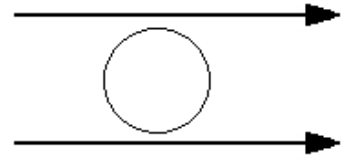
Respuesta: $\theta = 4.08^\circ$

P19) a) Si se conocen las líneas de campo eléctrico, ¿cómo hallar las superficies equipotenciales?

b) ¿Por qué a veces se habla de “líneas” equipotenciales?

c) Trazar las superficies equipotenciales de un cubo conductor cargado.

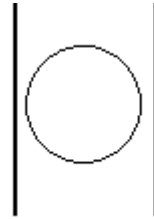
P20) Si se ubica un objeto conductor esférico inicialmente descargado en un campo eléctrico exterior constante, como indica la figura



a) ¿cómo se modifica la distribución de cargas del conductor? ¿Adquiere éste carga neta?

b) ¿cómo se modifican las líneas de campo?

P21) Un objeto conductor esférico está cargado con carga positiva. Si se lo coloca entre dos placas conductoras descargadas, como indica la figura, ¿cómo serán sus líneas de campo? ¿Y sus líneas equipotenciales en el plano?



P22) Demostrar que las unidades de campo eléctrico N/C y V/m son equivalentes

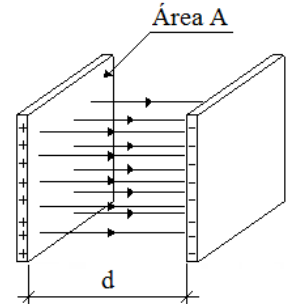
Guía de Problemas nº 5

CAPACITORES

- 1) a) Hallar la capacitancia de una esfera de radio R.
b) Si la esfera está cargada con carga Q, hallar la expresión de la energía de la misma. Comparar con la expresión de la energía de una esfera cargada (ejercicio 10, inciso “a” de la guía nº 4).
c) Calcular la capacitancia y la energía si R = 5 cm y Q = 32 nC.

- 2) a) Utilizando la definición de capacitancia, hallar la expresión de C para un par de placas planas paralelas separadas entre sí una distancia d. Cada una de las placas tiene área A.

- b) Calcular la capacitancia C en base a los siguientes datos:
A = 50 cm²; d = 2.5 mm.



- 3) Un capacitor de placas planas paralelas tiene área A = 22 cm² y d = 1.8 mm.

- a) Hallar la capacitancia.
b) Cuando el capacitor se carga a 52 V mediante una batería, ¿Cuál es la carga de cada placa?
c) ¿Cuánto vale el campo eléctrico entre las placas?
d) ¿Cuánto vale la energía del capacitor?
e) Demostrar que la energía por unidad de volumen del campo eléctrico entre las placas vale:

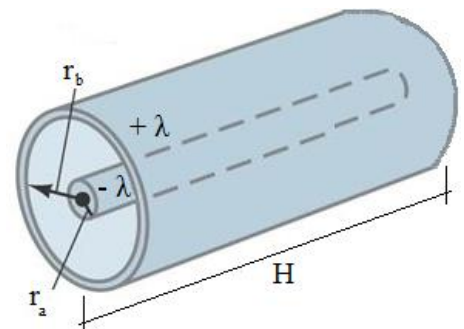
$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

- f) Calcular el valor de u

- 4) a) Conociendo que la capacitancia de un par de cilindros coaxiales de radios a y b (b > a) y longitud H es:

$$C = 2\pi \epsilon_0 \frac{H}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)}$$

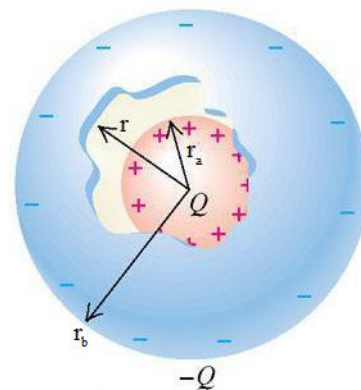
Hallar el valor de C para esta disposición de conductores.



b) La capacitancia de un par de esferas concéntricas de radios r_a y r_b es:

$$C = 4\pi \epsilon_0 \frac{r_a r_b}{r_b - r_a}$$

Donde ($r_b > r_a$) y Hallar el valor numérico de su capacitancia.



c) Mostrar que cuando $r_a \approx r_b$ la capacitancia de un capacitor esférico puede considerarse igual a la de un capacitor de placas planas de área $A = 4\pi r_b^2$ que están separadas a una distancia $d = r_b - r_a$. Realizar el cálculo de C como si fuera un capacitor plano y comparar con el resultado obtenido en (b). realizar un esquema de la situación para ver por qué esta aproximación es válida.

Datos: $a = 1.1$ cm; $b = 2.5$ cm; $H = 0.12$ cm; $r_a = 1.6$ cm; $r_b = 1.7$ cm.

5) I) Un condensador, constituido por dos placas planas de 225 cm^2 de área cada una, se conecta a una fuente de 50 V cuando la separación entre las placas es de 2 cm . Calcular:

- La capacitancia del condensador;
- La carga entre las placas;
- La diferencia de potencial entre las placas;
- El campo eléctrico en el interior del capacitor;
- La energía del condensador

II) Manteniendo conectada la fuente se procede a acercar las placas a la tercera parte de la distancia inicial. Calcular a), b), c), d) y e) en este caso.

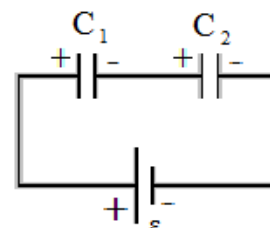
III) Al capacitor, estando en la situación "I", se lo desconecta y luego se acercan las placas, cuidando de no descargarlas, a la tercera parte de la distancia inicial. Calcular a), b), c), d) y e) en esta nueva situación.

Comparar las respuestas correspondientes a las tres situaciones

Para pensar: ¿Qué sucede con la capacitancia, la energía, la diferencia de potencial, etc, en el caso de que se alejen las placas entre sí? Considerar los casos de las placas que se separan mientras están conectadas a la fuente o bien cuando están desconectadas.

6) Un capacitor $C_1 = 800 \mu\text{F}$ se conecta en serie a otro capacitor $C_2 = 1400 \mu\text{F}$. Ambos capacitores están conectados a una fuente de tensión $\epsilon = 130 \text{ V}$.

a) Hallar la capacitancia equivalente del par de capacitores



b) Hallar la d.d.p. entre las placas de cada capacitor.

c) Calcular la energía de cada capacitor.

d) Calcular la energía del sistema.

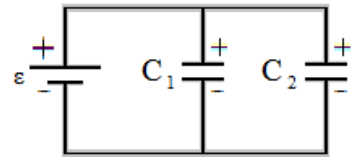
7) Los mismos condensadores del problema anterior se conectan en paralelo a la misma fuente de tensión.

a) Hallar la capacitancia equivalente del par de condensadores

b) Hallar la carga en las placas de cada condensador.

c) Calcular la energía de cada condensador.

d) Calcular la energía del sistema.

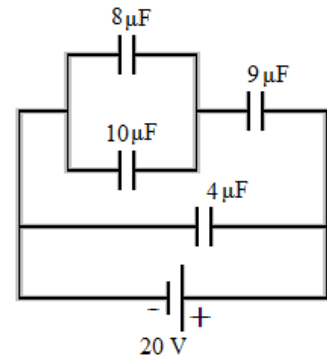


8) Para el conjunto de capacitores de la figura, hallar:

a) Hallar la carga de cada capacitor.

b) Hallar la d.d.p. en cada capacitor.

c) Calcular la energía de cada capacitor y la energía total del sistema.



9) Un capacitor de $20 \mu\text{F}$ está cargado a una d.d.p. de 100V . Se desconecta de la batería y se lo conecta a los terminales de un capacitor descargado de $5 \mu\text{F}$.

a) Los capacitores ¿están en serie o paralelo?

b) Hallar la carga total del sistema.

c) Calcular la d.d.p. de cada capacitor.

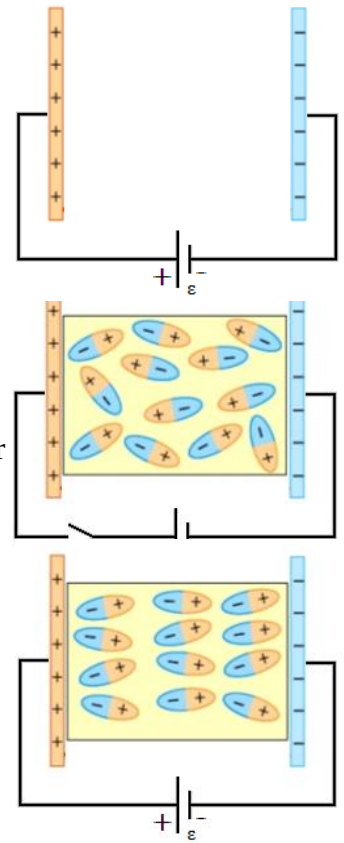
d) Calcular la variación de energía entre la primera situación (capacitor cargado) y la segunda (los dos capacitores cargados).

Capacitores con dieléctricos

10) a) Un capacitor de placas paralelas conductoras, separadas 5 mm en vacío, está conectado a una fuente de tensión de 160 V. Hallar el campo eléctrico entre las placas y la distribución de carga por unidad de área en las placas.

b) Se desconecta el capacitor cargado y se coloca entre sus placas un dieléctrico de constante $K = 3.2$ que llena todo el espesor. Determinar el campo resultante en el capacitor con el dieléctrico, la diferencia de potencial en el mismo y la distribución de carga inducida por unidad de área en las caras del dieléctrico opuestas a las placas.

c) Considerando que el área de las placas es de 10 cm^2 , calcular las energías del capacitor en vacío y cuando contiene el dieléctrico.



Problemas propuestos y preguntas correspondientes a las Guía 5:

P1) Describa el movimiento que hacen las cargas cuando se carga un capacitor con una fuente. Indique de cuál borne de la fuente salen las cargas y a cuál placa se dirigen. Tenga en cuenta que las cargas libres de moverse en un conductor son los electrones.

P2) Calcular la capacitancia de dos cilindros coaxiales de radios r_1 , r_2 y longitud L con constante dieléctrica K .

Datos: $r_1 = 5 \text{ mm}$, $r_2 = 15 \text{ mm}$, $L = 5 \text{ cm}$ y $k = 6$.

Respuesta: $C = 15.18 \text{ pF}$

P3) Si tienen dos capacitores y se los coloca a) en serie y b) en paralelo. ¿Cuál de las dos configuraciones tiene mayor energía al ser cargados los capacitores a la misma fuente de tensión?

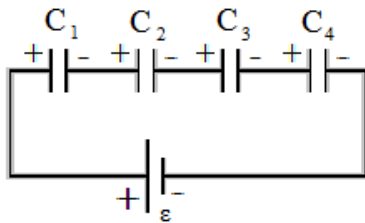
P4) En base a la respuesta del problema P3), calcular la mayor energía posible de obtener con el conjunto de capacitores del problema 6) de la Guía de Capacitores nº 5.

Respuesta: $U = 6.2 \text{ mJ}$

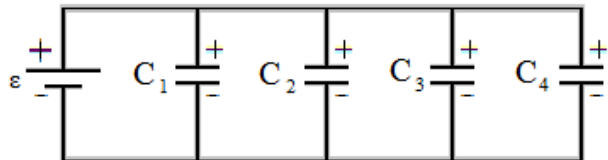
P5) Hallar la capacitancia equivalente del sistema, la carga, d.d.p. y la energía de cada capacitor en las siguientes configuraciones:

Datos: $C_1 = 4 \text{ } \mu\text{F}$; $C_2 = 8 \text{ } \mu\text{F}$; $C_3 = 12 \text{ } \mu\text{F}$; $C_4 = 24 \text{ } \mu\text{F}$; $\varepsilon = 10 \text{ V}$.

a)



b)



Respuesta:

a)

	C_1	C_2	C_3	C_4
Q (μC)	20	20	20	20
V (Volts)	5	2.5	1.67	0.83
U (μJ)	50	25	16.7	8.3

b)

	C_1	C_2	C_3	C_4
Q (μC)	40	80	120	240
V (Volts)	10	10	10	10
U (μJ)	200	400	600	1200

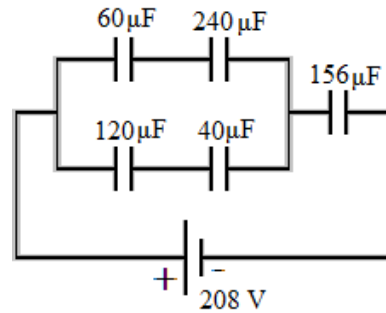
P6) Un capacitor de $3 \text{ } \mu\text{F}$ se carga a 100 V .

a) ¿Cuánta energía se almacena en el capacitor?

b) ¿Cuánta energía adicional se necesita para cargar el capacitor desde 100 V a 200 V ?

Respuesta: a) 15 mJ ; b) 45 mJ

P7) Hallar la capacitancia equivalente del sistema, la carga, d.d.p. y la energía de cada capacitor en la siguiente configuración:



Respuesta:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
C (μF)	60	240	120	40	156
Q (mC)	6.656	6.656	4.16	4.16	10.816
V (Volts)	110.93	27.73	34.66	104	69.33
U (J)	0.369	0.092	0.072	0.216	0.375

P8) Dos placas metálicas paralelas en aire han sido cargadas, por medio de una batería, con cargas iguales y de signo opuesto. La batería se desconecta luego.

- ¿Cómo varía la d.d.p. si se alejaron las placas entre sí?
- ¿Se modificaría la energía de este sistema de placas? ¿De qué manera?

P9) A dos placas planas de 100 cm^2 de área se les inducen cargas iguales y opuestas de 10^{-7} C . El espacio entre las placas se rellena con un material dieléctrico. El campo eléctrico del capacitor es de $3.3 \times 10^5 \text{ V/m}$.

¿Cuánto valen la constante dieléctrica y la permitividad del material?

Respuesta: $K = 3.43$; $\epsilon = 30.35 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$

P10) Un capacitor en vacío se carga utilizando una batería que luego se desconecta. Entre las placas conductoras se introducen luego un material dieléctrico de constante K . Explicar qué ocurre con la carga, la capacitancia, la d.d.p., el campo eléctrico y la energía.

Respuesta: Q igual ; $C \uparrow$; d.d.p. $\downarrow$; $E \uparrow$; $U \downarrow$

P11) El capacitor en vacío, del problema anterior, se carga a la misma batería. Si está permanece conectada al introducir el dieléctrico, explicar qué ocurre con la carga, la capacitancia, la d.d.p., el campo eléctrico y la energía.

Respuesta: $Q \uparrow$; $C \uparrow$; d.d.p. constante ; E constante ; $U \uparrow$

Guía de Problemas nº 6

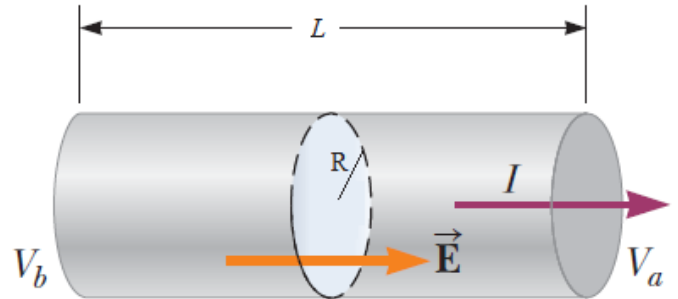
CORRIENTE Y RESISTENCIA. CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

1) El cobre es un material conductor cuya *resistividad* ρ , a temperatura ambiente, es de $16.9 \text{ n}\Omega\text{m}$.

i) ¿Cuánto vale la *conductividad* σ $1/\rho$ de este material?

ii) Se fabrica un cilindro de cobre de radio $R = 0.05 \text{ cm}$ y longitud $L = 25 \text{ m}$.

a) Al someter dicho cilindro a una ddp entre sus extremos, aparece un campo eléctrico en el interior del material conductor. Hallar el valor de $\vec{E}$ cuando $V = 14 \text{ V}$.



b) La resistividad, en materiales conductores, está relacionada con el campo eléctrico la Ley de Ohm $\vec{E} = \rho \vec{j}$, donde $\vec{j}$ es la *densidad de corriente*. Calcular el valor de $\vec{j}$ para el cilindro de este problema (¿Cuáles son las unidades de $\vec{j}$? Es un vector o un escalar?)

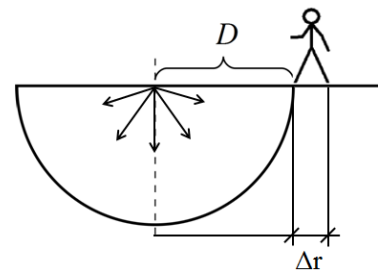
c) Calcular la resistencia R del cilindro de cobre.

d) Calcular la corriente i (¿Es esta magnitud un vector o un escalar?).

e) Reescribir la ley de Ohm en función de V y de i , y calcular el valor de i en función de V y de R . Comparar con el resultado del inciso d).

f) ¿Cuál es la cantidad de electrones que atraviesan una sección transversal del conductor cada segundo?

2) Durante una tormenta un rayo, que transporta una corriente $i = 120 \text{ kA}$, alcanza tierra en dirección vertical; una vez en el suelo dicha corriente se propaga por la tierra describiendo superficies semiesféricas, como se indica en la figura.



a) Determinar la densidad de corriente a una distancia radial D desde el punto de caída del rayo.

b) Empleando la ley de Ohm, determinar la intensidad del campo eléctrico a una distancia D de la caída del rayo, para $D = 50 \text{ m}$, y sabiendo que la resistividad del suelo es de $100 \Omega\text{m}$.

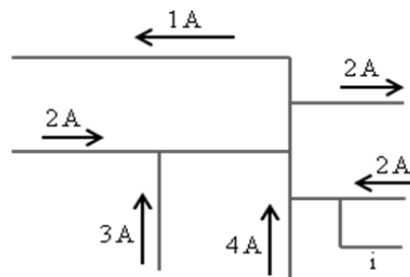
c) Un hombre está parado a una distancia D de donde cayó el rayo, habiendo una distancia $\Delta r = 0.9 \text{ m}$ entre sus pies, como se muestra en la imagen. Determinar la diferencia de potencial que existe entre las ubicaciones de ambos pies.

- d) El cuerpo del hombre, mojado por la lluvia, presenta una resistencia de $5\text{ k}\Omega$ entre sus pies ¿cuál es el valor de corriente que atraviesa su cuerpo en esa situación?
- e) Explicar de qué maneras se puede reducir el peligro de electrocución en campos eléctricos intensos (como los que producen en tormentas, en las cercanías de transformadores eléctricos, etc.)

3) Se colocan dos placas conductoras rectangulares paralelas, cuyas dimensiones son de 1.5 cm por 3.2 cm , en una disolución de KCl en agua. La distancia entre las placas es de 3.6 cm .

- a) Al conectar estas placas a una diferencia de potencial de 22 V se observa mediante un amperímetro que la corriente que pasa por la solución es de 0.56 mA . Calcular la resistividad de esta solución.
- b) ¿Cuál será el valor de la corriente si la separación entre placas aumenta a 5 cm ?

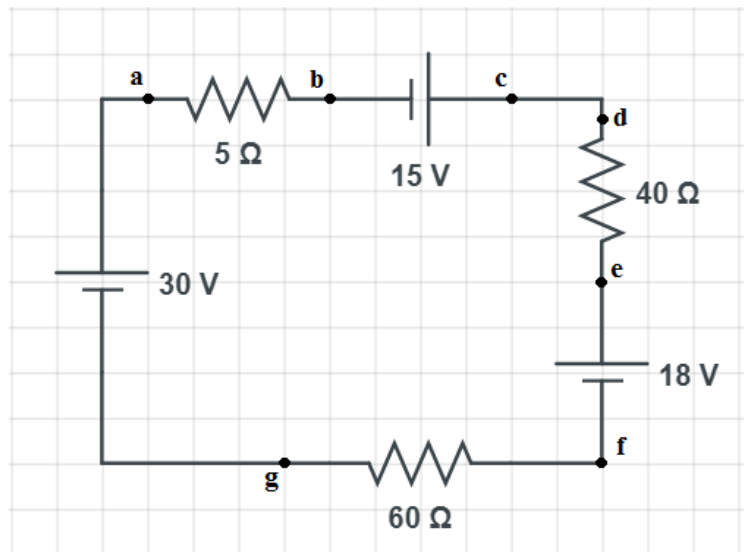
- 4) Determinar el valor y sentido de la corriente i en el conjunto de cables de la figura.



- 5) a) Calcular las d.d.p. entre los distintos puntos consecutivos (V_{ab} , V_{bc} , etc) del siguiente circuito.

- b) ¿Cuánto vale la suma de todas las diferencias de potencial calculadas en “a”?

- c) ¿Cuánto vale la potencia generada en el circuito y qué elementos del mismo entregan potencia?

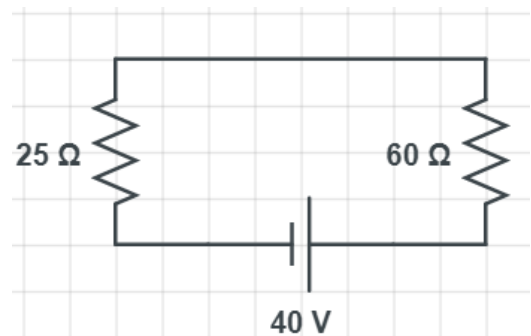


- d) ¿Cuánto vale la potencia disipada en el circuito y qué elementos del mismo contribuyen a la disipación de potencia?

- 6) i) Se conectan dos resistencias en serie a una fuente de f.e.m.

- a) Calcular la resistencia equivalente del circuito

- b) Hallar la d.d.p. entre los extremos de cada resistencia y la corriente que circula por cada resistencia.



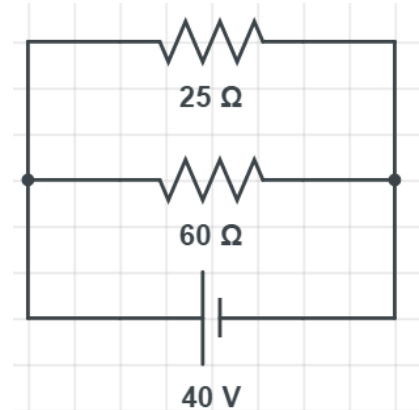
c) Hallar la potencia disipada en cada resistencia por efecto Joule. Calcular la potencia generada por la fuente. Comparar ambos valores de potencia.

ii) Se conectan las mismas resistencias en paralelo a la misma fuente de f.e.m.

a) Calcular la resistencia equivalente del circuito

b) Hallar la d.d.p. entre los extremos de cada resistencia y la corriente que circula por cada resistencia.

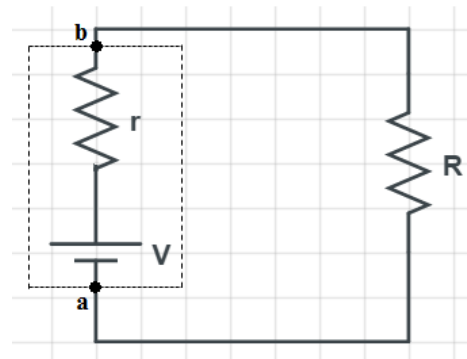
c) Hallar la potencia disipada en cada resistencia por efecto Joule. Calcular la potencia generada por la fuente. Comparar ambos valores de potencia.



7) Un calefactor de 1kW se conecta a un enchufe de 220 V. Suponiendo que esta diferencia de potencial fuera continua, ¿cuánto valdrían la resistencia del calefactor y la corriente que pasaría por él? ¿Cuánta energía gastaría este calefactor en 3 horas?

8) En el siguiente circuito se representa una fuente de f.e.m. real con resistencia interna r . Determinar la d.d.p. $V_b - V_a$ que un voltímetro ideal mediría cuando la fuente está conectada a una resistencia R , y compararlo con el valor de f.e.m. que mediría entre los mismos bornes a circuito abierto.

Datos: $\varepsilon = 25 \text{ V}$; $r = 3 \Omega$; $R = 260 \Omega$



9) En el siguiente circuito de la figura, hallar:

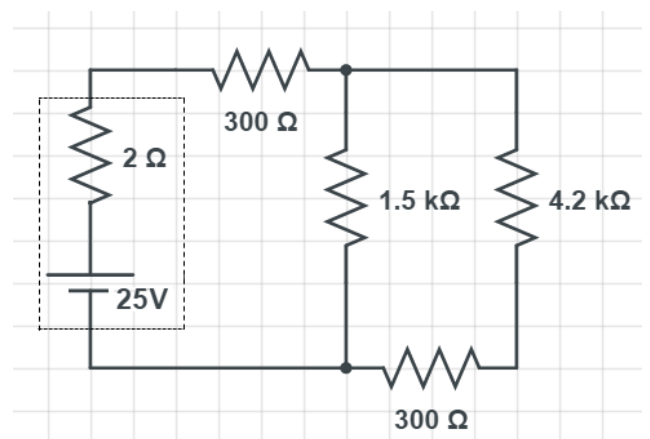
a) la resistencia equivalente;

b) las corrientes en cada resistencia;

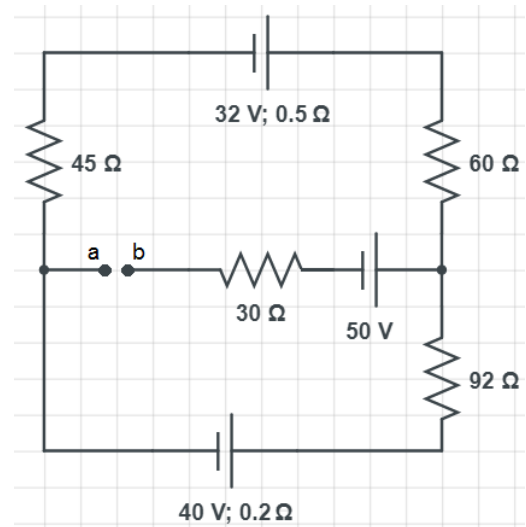
c) la d.d.p. entre los extremos de la fuente de f.e.m.

d) la potencia total disipada en las resistencias;

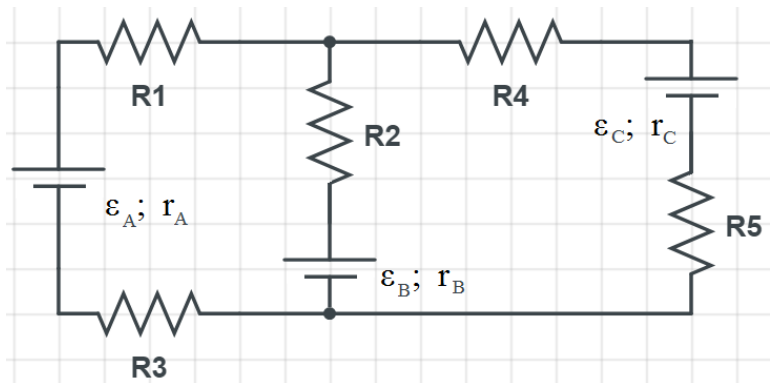
e) la potencia generada en la fuente.



- 10) a) Hallar la d.d.p. entre los puntos a y b de la figura.
 b) Hallar la potencia total generada (¿qué elementos del circuito generan potencia?)
 c) Calcular la potencia total disipada (¿cuáles son los elementos que disipan potencia en este circuito?)



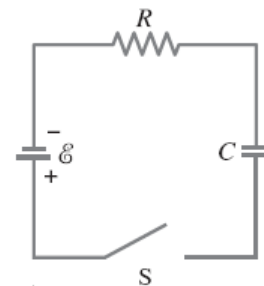
- 11) a) Hallar las corrientes que circulan por cada una de las resistencias R usando las leyes de Kirchhoff.
 b) Calcular la potencia total generada por las fuentes (que tienen resistencias internas r).
 c) Hallar la potencia total disipada en el circuito



Datos: $R_1 = 500 \, \Omega$; $R_2 = 700 \, \Omega$; $R_3 = 300 \, \Omega$; $R_4 = 800 \, \Omega$; $R_5 = 300 \, \Omega$;
 $\varepsilon_A = 55 \, \text{V}$; $\varepsilon_B = 25 \, \text{V}$; $\varepsilon_C = 40 \, \text{V}$; $r_A = 3 \, \Omega$; $r_B = 2 \, \Omega$; $r_C = 1 \, \Omega$.

Circuito RC

- 12) La capacitancia en el circuito de la figura es $C = 0.30 \, \mu\text{F}$, la resistencia total es $20 \, \text{k}\Omega$ y la fem de la batería es $12 \, \text{V}$. Determine a) la constante de tiempo, b) la carga máxima que podría adquirir el capacitor, c) el tiempo que tarda la carga en alcanzar el 99% de ese valor, d) la corriente I cuando la carga Q es la mitad de su valor máximo, e) la corriente máxima y f) la carga Q cuando la corriente I es 0.20 de su valor máximo.



- 13) Dos capacitores de $3.8 \, \mu\text{F}$, dos resistores de $2.2 \, \text{k}\Omega$ y una fuente de $12.0 \, \text{V}$ se conectan en serie. A partir del estado no cargado, ¿cuánto tarda la corriente en caer desde su valor inicial a $1.50 \, \text{mA}$?

- 14) ¿Cuánto tarda la energía almacenada en un capacitor de un circuito RC en serie en llegar al 75% de su valor máximo? Expresa la respuesta en términos de la constante de tiempo.

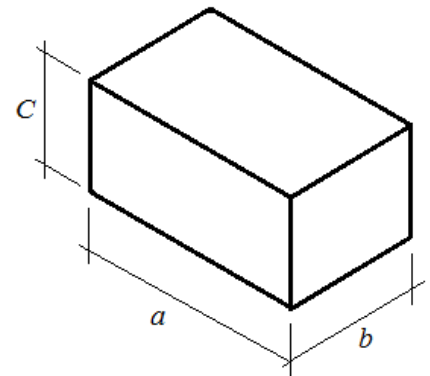
Problemas propuestos y preguntas correspondientes a las Guía 6:

P1) En el vacío una carga se acelera cuando está sometida a una diferencia de potencial. ¿Por qué en un material conductor la velocidad de arrastre de las cargas es constante?

P2) ¿Cuál es el sentido de la circulación de los electrones en un circuito de corriente continua? ¿Cómo varía la energía potencial de los electrones en ese movimiento?

P3) La corriente eléctrica ¿es una magnitud vectorial?

P4) La plata es un material conductor que tiene una resistividad $\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. Una varilla de plata de sección transversal cuadrada tiene dimensiones que se indican en la figura en donde las medidas C y B valen 4 mm y la medida A vale 2 m.



a) ¿Cuánto vale la resistencia de la varilla de plata?

b) Si la corriente que circula por la varilla es $i = 15^a$, ¿cuánto vale el campo eléctrico dentro de la varilla?

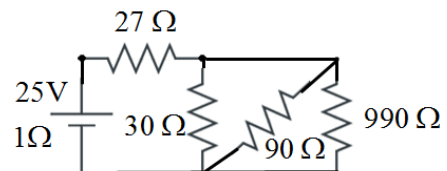
c) La cantidad de electrones por unidad de volumen es $n = 5.86 \times 10^{22}$ electrones/cm³ (ver problema resuelto n° 1).

¿Qué velocidad de arrastre tienen las cargas?

d) Compare los cálculos anteriores con lo que ocurre en una varilla de iguales dimensiones, pero hecha de cobre.

Respuesta: a) $R = 2 \times 10^{-3} \Omega$; b) $E = 0.015 \text{ N/C}$; c) $v = 10^{-2} \text{ cm/s}$

P5) Hallar el valor de las corrientes que circulan por cada una de las ramas del circuito:



Respuesta: al final de la guía

P6) a) ¿Cómo se puede obtener una fuente de 6 V si se dispone de pilas de 1,5 V?

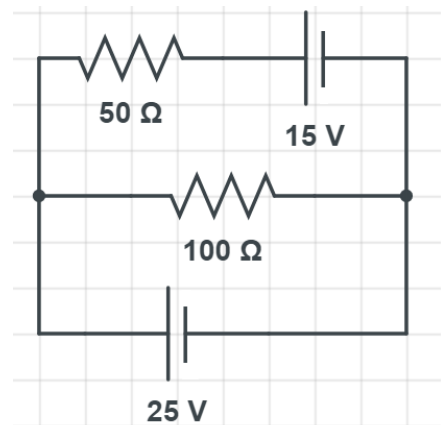
b) Si la resistencia interna de cada pila es de 0.5Ω ¿cuál es el valor real de f.e.m. de que se puede disponer, y cuánta potencia se disipa en las pilas, cuando se las conecta a una resistencia de 40Ω ? Dibuje el circuito.

P7) En el siguiente circuito:

a) ¿Cuánto vale la corriente en cada rama?

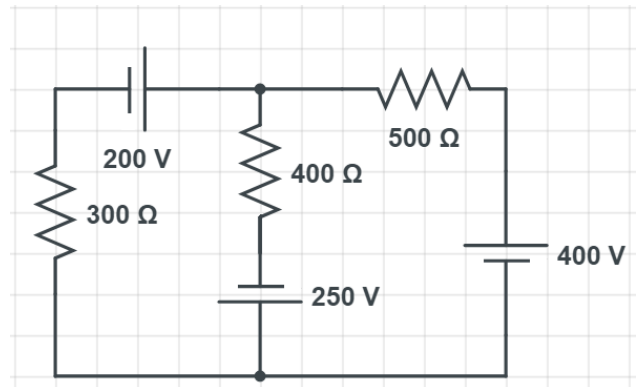
b) Hallar la d.d.p. entre los extremos de la resistencia 50Ω .

Respuesta: al final de la guía



P8) ¿Qué es más peligroso: un alto voltaje o una corriente alta?

P9) En el siguiente circuito: hallar la corriente que circula por cada rama, la potencial total generada y la potencia total disipada.

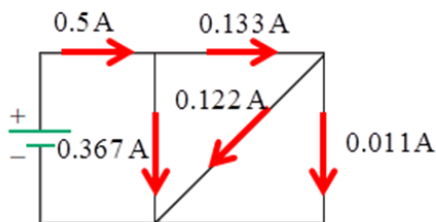


Respuesta: al final de la guía

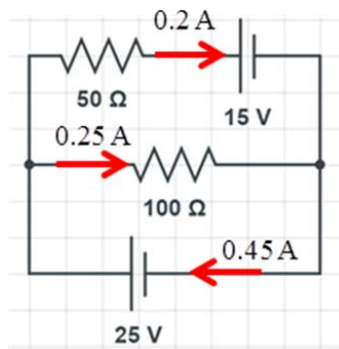
P10) Una heladera mediana consume 0.2 kW, y está conectada a la línea de tensión de 220 V. Suponiendo que funcione con corriente continua, calcular:

- el valor de la corriente
- la resistencia de la heladera.

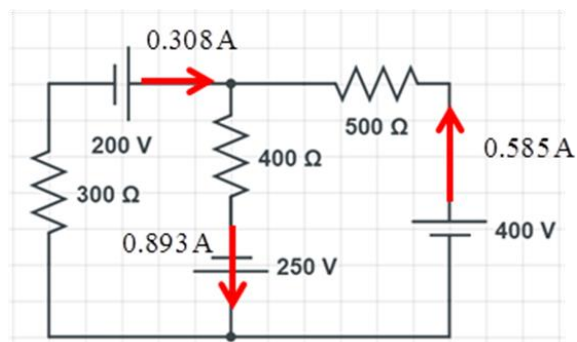
Respuesta al problema 5:



Respuesta al problema 7:



Respuesta al problema 9:

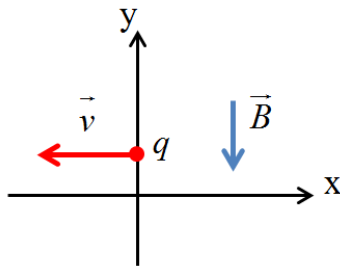


Guía de Problemas nº 7

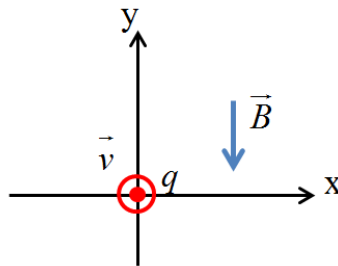
MAGNETOSTÁTICA

1) Una partícula de carga $q = 3.2 \times 10^{-18}$ C, que tiene velocidad $v = 2 \times 10^5$ m/s, se encuentra en una zona del espacio donde el campo magnético es constante, tiene valor $B = 0.035$ T, dirección vertical y sentido hacia abajo. Determinar la fuerza magnética sobre la carga, (en módulo, dirección y sentido) para las distintas direcciones de velocidad de la carga que se indican:

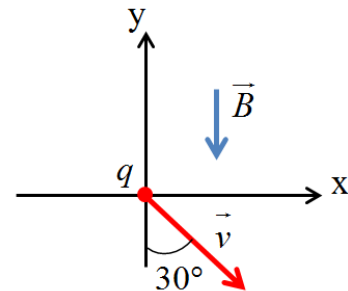
a)



b)



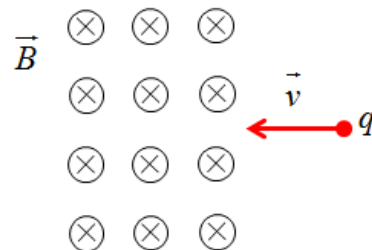
c)



2) En una dada locación geográfica, a nivel del mar, el campo magnético terrestre vale 0.6 G (6×10^{-5} T), tiene una inclinación de 70° con la horizontal y está dirigido hacia abajo y hacia el norte. Hallar la fuerza magnética que experimenta un electrón que se mueve horizontalmente hacia el este con una velocidad de 10^6 m/s.

3) Una carga q positiva que tiene una velocidad v ingresa a una zona del espacio en donde el campo magnético B es constante y perpendicular a la velocidad, como se esquematiza en la figura.

a) Mostrar que la carga describe un movimiento circular uniforme.



b) ¿Cuánto vale el trabajo ejercido por la fuerza magnética sobre la carga en movimiento?

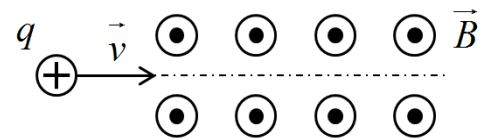
c) Hallar el radio de la trayectoria de la carga

d) Calcular la velocidad angular de la partícula y su frecuencia

e) Si la carga tuviese signo negativo, pero igual velocidad ¿cómo sería su trayectoria?

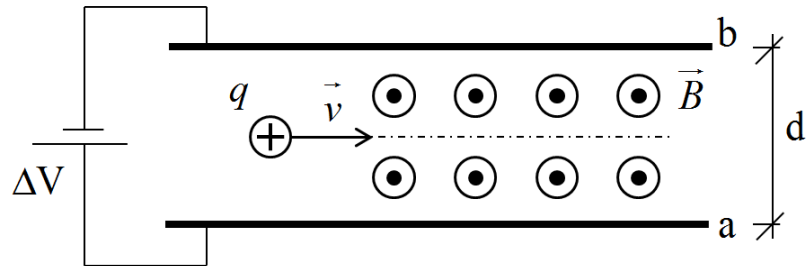
Datos: $q = 3.2 \times 10^{-18}$ C; $v = 5 \times 10^5$ m/s; $B = 0.2$ T; $m = 2.7 \times 10^{-24}$ kg.

4) En la figura se representa una partícula cargada (carga positiva) que ingresa a un campo magnético B saliente del plano del papel. La velocidad de la carga tiene dirección perpendicular a la de B .



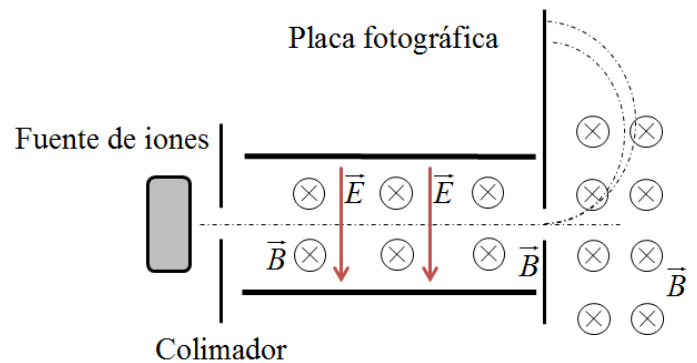
a) Determinar la dirección y el sentido de la fuerza magnética sobre q .

b) Como muestra en la figura, se conectan las placas a y b a una fuente que genera una diferencia de potencial ΔV . La partícula tiene velocidad con dirección horizontal antes de entrar a esta zona. ¿Cuánto debe valer la velocidad para que la carga se mueva sin desviarse de esa trayectoria?



Datos: $\Delta V = 2480 \text{ V}$; $d = 22 \text{ cm}$; $B = 0.0645 \text{ T}$.

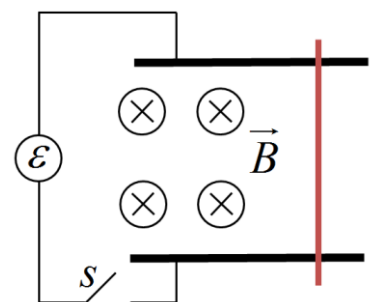
5) Un espectrómetro de masas se encuentra precedido por un selector de velocidad constituido por placas planas paralelas separadas entre sí 2.0 mm y entre las que existe una diferencia de potencial de 160 V . El campo magnético entre las placas es de 0.42 T . El campo magnético en el espectrómetro de masas es de 1.2 T . Calcular: a) la velocidad con que se introducen los iones en el espectrómetro y b)



la diferencia entre los diámetros de las órbitas del ^{238}U y ^{235}U simplemente ionizados. (La masa de un ion ^{235}U es de $3.903 \times 10^{-25} \text{ kg}$)

6) Un conductor recto, rígido y horizontal, de 25 cm de longitud y 50 g de masa está conectado a una fuente de fem por conductores flexibles. Hay un campo magnético de 1.33 T horizontal, perpendicular al conductor. Hallar la corriente necesaria para hacer “flotar” al conductor, es decir, de modo que la fuerza magnética equilibre el peso del alambre. Realice un esquema claro de la situación, indicando los sentidos de la corriente y del campo magnético.

7) Una varilla metálica de masas m se puede deslizar sin fricción sobre dos rieles horizontales paralelos, separados una distancia d . Hay un campo magnético uniforme B perpendicular al plano que contiene los rieles, y una corriente constante “ I ” circula a través del circuito rectangular cerrado por un generador $\mathcal{E}$. Calcular la velocidad del alambre en función del tiempo, suponiendo que al cerrarse el interruptor S la varilla se encuentra en reposo. Considerar los dos posibles sentidos de circulación de corriente e indicar hacia dónde se moverá la varilla en cada caso.



8) Una bobina circular pequeña de 20 vueltas de alambre está en un campo magnético uniforme de 0.5 T de modo que la normal al plano de la bobina forma un ángulo de 60° con la dirección de B. El radio de la bobina es de 4cm y por ella circula una corriente de 3 A.

a) ¿Cuál es el valor del momento magnético de la bobina?

b) ¿Cuál es el torque que se ejerce sobre la bobina?

(Realice un esquema claro de la situación, e indique los vectores calculados)

9) Considerando que el electrón en el átomo de hidrógeno se mueve en una trayectoria circular de radio a_0 con un M.C.U.:

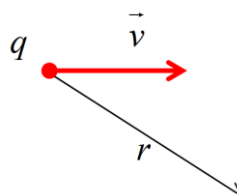
a) Determinar la corriente generada por el electrón (ver Problema resuelto) y el momento magnético M del electrón.

b) Calcular el valor del momento angular del electrón ($\vec{L} = \vec{r} \wedge m\vec{v}$)

Campos producidos por cargas y corrientes. Ley de Biot-Savart y Ley de Ampère

10) El campo magnético creado por una carga en movimiento, a una distancia r de la carga, se expresa como:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \wedge \vec{r}}{r^3}$$

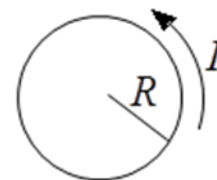


Cuando la carga $q = 5 \mu\text{C}$, que tiene velocidad $v = 430 \text{ m/s } \hat{i}$, se encuentra en la posición de coordenadas $x = -3 \text{ m}$ y $y = 4 \text{ m}$, calcular el campo B en el origen de coordenadas.

11) Utilizando la ley de Biot-Savart, hallar el campo magnético en el centro de una espira circular de radio R por la que circula una corriente "I". (Indicar dirección y sentido de B). Calcular B cuando

$R = 0.32 \text{ m}$; $I = 2.45 \text{ A}$.

¿Cómo son las líneas de campo en otros puntos? (dibujar esquemáticamente)



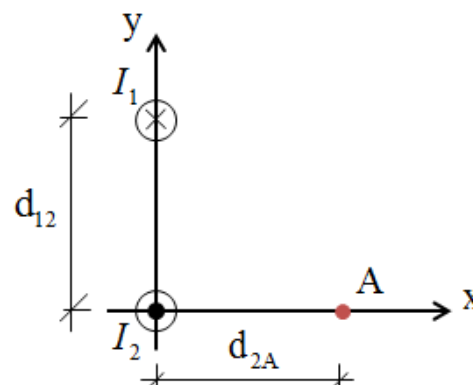
12) Utilizando la ley de Ampère, hallar el campo magnético creado por una corriente rectilínea que circula por un alambre muy largo. Cuando $I = 20 \text{ mA}$, calcular el campo a las siguientes distancias del alambre:

a) 12 cm;

b) 1.3 m.

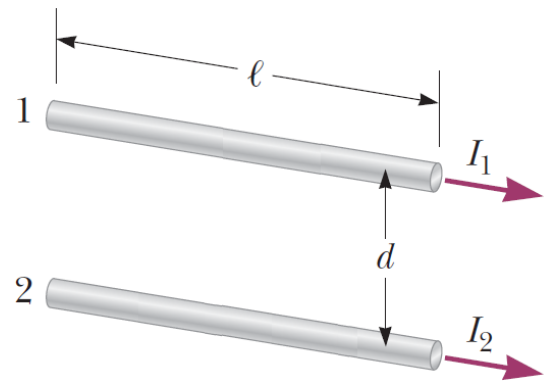
13) En la siguiente figura, dos alambres rectilíneos por los que I_1 y I_2 generan un campo magnético en el punto A. Hallar dicho campo magnético resultante (módulo, dirección y sentido).

Datos: $I_1 = 2 \text{ A}$; $I_2 = 0.5 \text{ A}$; $d_{12} = 4 \text{ m}$; $d_{2A} = 2 \text{ m}$.



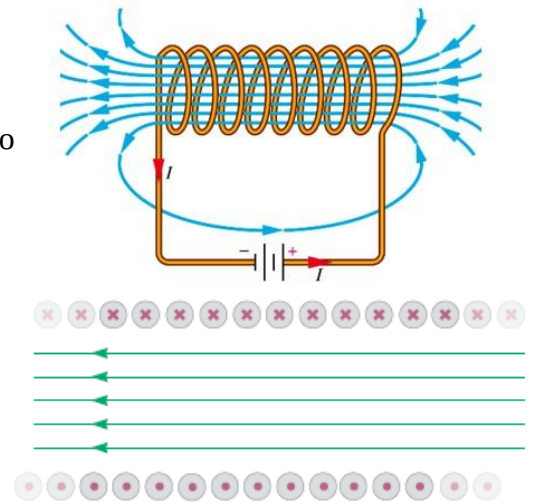
14) Hallar las fuerzas por unidad de longitud que se ejercen dos alambres rectilíneos paralelos muy largos, por los que circulan corrientes $I_1 = 2.3 \text{ A}$; $I_2 = 0.4 \text{ A}$. La distancia entre los alambres es de $d = 1.24 \text{ m}$. Indicar módulo, dirección y sentido:

- a) Si las corrientes van en el mismo sentido;
- b) si las corrientes van en sentidos opuestos.



15) Utilizando la ley de Ampère, calcular el campo magnético creado en el interior de un solenoide, cerca de su centro. La longitud del solenoide es L y está compuesto por un arrollamiento regular de N espiras.

Evaluar el campo para un solenoide de longitud 20 cm y un número de espiras $N = 15000$, por el que circula una corriente de 0.5 A .

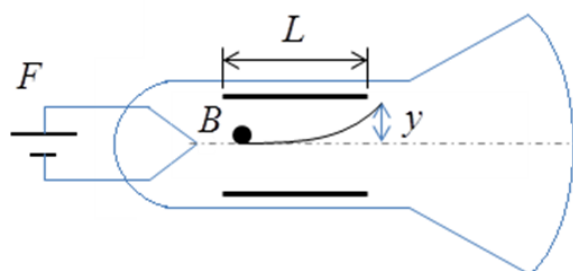


Problemas propuestos y preguntas correspondientes a la Guía 7:

P1) a) Si un electrón no se desvía al pasar por cierta región del espacio, ¿podemos estar seguros de que no hay un campo magnético en esa región?

b) Un haz de protones se desvía lateralmente. ¿Cómo se puede averiguar si es un campo eléctrico o magnético el que produce la desviación?

P2) En 1897 J. J. Thomson midió por primera vez la relación de la carga del electrón a su masa, lo cual condujo al descubrimiento del electrón como partícula de carga elemental. Una versión del dispositivo experimental se describe en la siguiente ilustración:



En un tubo de vacío un filamento F emite electrones en dirección rectilínea con velocidad v desconocida.

a) Se aplica entre las placas L un campo eléctrico E conocido que desvía al electrón una altura y . Demostrar que

$$y = \frac{eEL^2}{2mv^2}$$

b) Se aplica un campo magnético B conocido perpendicularmente a E, de manera que la desviación vertical se reduce a cero. Demostrar que:

$$\frac{e}{m} = \frac{2yE}{B^2L^2}$$

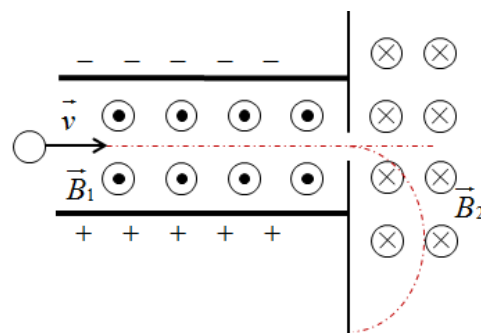
P3) ¿Cuál es la energía cinética de los protones cuyo movimiento es circular uniforme en una circunferencia de 2 m de radio, en un campo magnético de 0.8 T?

Respuesta: 122.6 MeV

P4) Un selector de velocidades está compuesto por los campos cruzados $E = 20 \text{ V/m}$ y $B_1 = 5 \times 10^{-6} \text{ T}$. Una partícula de carga q y con velocidad v atraviesa los campos sin desviarse. A la salida del selector hay un campo magnético $B_2 = 0.0835 \text{ T}$, y allí la trayectoria se curva hacia abajo, describiendo una circunferencia de radio $R = 2 \text{ m}$.

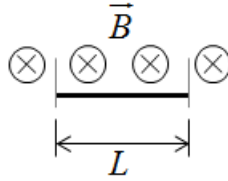
a) Determinar el signo de la carga.

b) Si el valor absoluto de la carga fuese igual a la carga del protón, ¿cuánto valdría la masa de la partícula en U.M.A.? ($1 \text{ U.M.A.} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$).



Respuesta: a) negativa; b) 4 U.M.A.

P5) Un alambre de 60 cm de longitud y 10 g de masa está suspendido en un plano vertical por alambres flexibles en un campo magnético, perpendicular al alambre, de 0.4 T. ¿Cuál es la magnitud y dirección de la corriente necesaria para anular la tensión en los alambres que sostienen?



Respuesta: $I = 408 \text{ mA}$.

P6) Una bobina de sección cuadrada, de lado L y de N vueltas, se encuentra en un campo magnético constante B . Calcular el torque que se produce sobre la bobina por la que circula una corriente I , cuando la normal a la bobina es perpendicular al campo magnético.

Datos: $L = 2 \text{ cm}$; $N = 200$; $B = 0.05 \text{ T}$; $I = 0.2 \text{ A}$

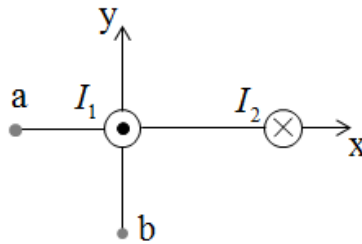
Respuesta: $8 \times 10^{-4} \text{ N.m}$

P7) Calcular el campo magnético en el centro de una espira circular de radio $R = 0.5 \text{ m}$, por la que circula una corriente $I = 200 \text{ mA}$.

Respuesta: $2.5 \times 10^{-7} \text{ T}$

P8) Hallar el campo magnético resultante en los puntos a y b. Este campo es generado por las corrientes I_1 (saliente) y I_2 (entrante).

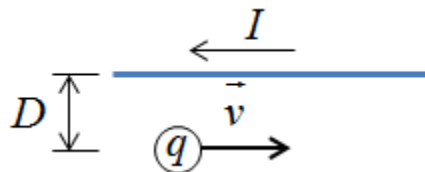
Datos: $I_1 = 5 \text{ A}$; $I_2 = 8 \text{ A}$; $d_{1a} = 2 \text{ cm}$; $d_{1b} = 2 \text{ cm}$; $d_{12} = 3 \text{ cm}$.



Respuesta: $B_{(a)} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ T}$, Hacia abajo; $B_{(b)} = 4.47 \times 10^{-5} \text{ T}$, $\theta = 55.4^\circ$

P9) Un alambre largo conduce una corriente I . La carga q tiene una velocidad paralela al alambre y está a una distancia D de éste. Calcular la fuerza que se ejerce sobre la carga, indicando su módulo, dirección y sentido. (ver ilustración).

Datos: $I = 400 \text{ mA}$; $q = -2 \times 10^{-10} \text{ C}$; $v = 5 \times 10^6 \text{ m/s}$; $D = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$.

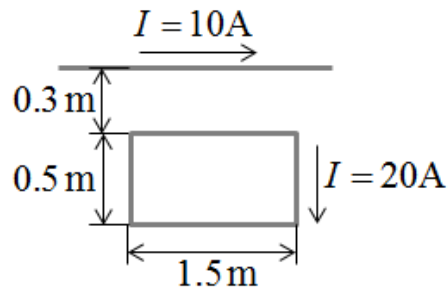


Respuesta: $F = 2 \times 10^{-8} \text{ N}$, atractiva.

P10) Un solenoide se debe enrollar sobre un cilindro de 20 cm de longitud para que produzca en el centro del mismo un campo de 0.2 T cuando por el alambre circule una corriente de 1.5 A. ¿Cuántas vueltas se deben enrollar sobre el cilindro?

Respuesta: 21220.

P11) El alambre recto de longitud infinita de la figura conduce una corriente de 10 A. La corriente en la espira rectangular es de 20 A. Calcular la fuerza resultante, en magnitud y dirección, que el alambre largo ejerce sobre la espira.



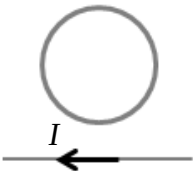
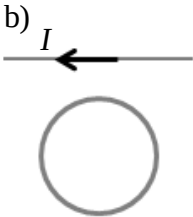
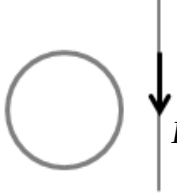
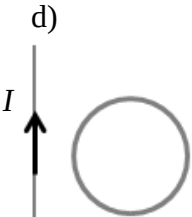
Respuesta: $F = 1.25 \times 10^{-4}\text{ N}$, atractiva.

Guía de Problemas nº 8

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA / AUTOINDUCCIÓN

1) En una dada ubicación geográfica, a nivel del mar, el campo magnético de la Tierra vale 0.56 G ($56 \mu\text{T}$), tiene una inclinación de 70° con la horizontal y está dirigido hacia abajo. Calcular el flujo magnético a través de una superficie horizontal de 2.8 m^2 de área.

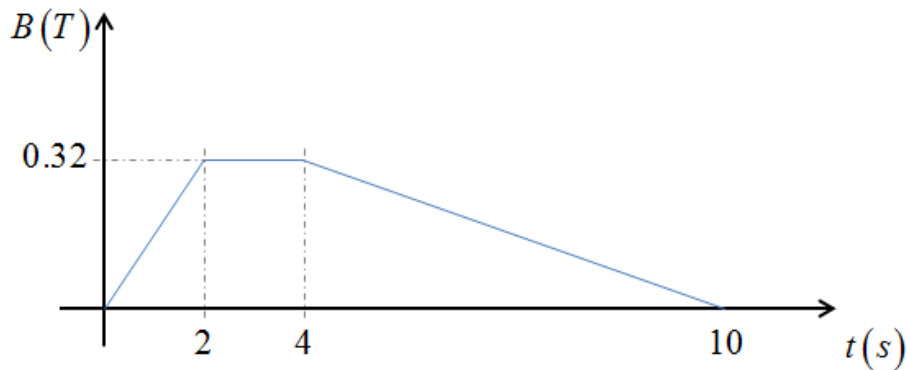
2) ¿Cuál es el sentido de la *fem* inducida en la bobina circular cuando la corriente que circula por un conductor rectilíneo varía en la forma en que se indica en cada una de las situaciones siguientes?

a)	b)	c)	d)
			
I aumenta	I disminuye	I constante	I disminuye

3) Se establece un campo magnético uniforme $\mathbf{B}$, perpendicular al plano de una espira de 5 cm de radio, 0.4Ω de resistencia. El valor de $\mathbf{B}$ se aumenta a un ritmo de 40 mT/s . Hallar:

- La *fem* inducida en la espira,
- La corriente inducida en la espira,
- La producción de calor por efecto Joule.

4) El campo magnético que atraviesa perpendicularmente una espira circular de 15 cm de radio varía con el tiempo de la forma en que se muestra en la siguiente figura:



Obtener una gráfica de la *fem* inducida en la espira en función del tiempo para este intervalo de tiempo. Calcular el valor de la *fem* correspondiente a cada intervalo.

5) Una bobina rectangular de 100 vueltas y de dimensiones 55 cm x 25 cm gira a la razón de 500 RPM en una zona del espacio donde el campo magnético $\mathbf{B}$, de intensidad 0.25 T, se mantiene constante.

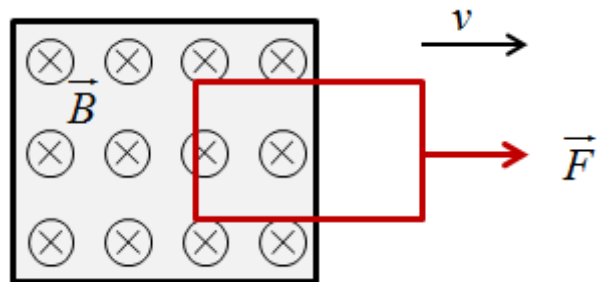
a) Expresar la *fem* inducida en esta espira como función del tiempo.

b) Si la resistencia de la bobina es $R = 55 \, \Omega$, hallar la corriente en el instante $t = 40 \, \text{s}$.

6) En un campo magnético $\mathbf{B}$, de intensidad 320 mT, rota una bobina circular de 250 vueltas y de 15 cm de radio. El eje de rotación de la bobina es perpendicular al campo magnético. La bobina describe una rotación de 90° en un intervalo de 0.1 segundo. Hallar la *fem* promedio que se induce en la bobina.

7) Una espira rectangular de alambre, de dimensiones 0.35 m x 0.75 m, puede deslizarse sobre un plano horizontal sin fricción. Está parcialmente adentro y parcialmente afuera de un campo magnético uniforme de 420 mT (la zona sombreada de la figura siguiente), perpendicular a la espira. La resistencia de la espira es de $0.25 \, \Omega$.

a) Calcular la fuerza que es necesario ejercer sobre la espira para que ésta se mueva a velocidad constante de 2.8 cm/s hacia la derecha, mientras parte de la misma aún permanece en la zona donde hay campo magnético.



b) ¿Es necesario ejercer esta fuerza en caso de que la espira esté completamente adentro o completamente afuera de la zona de campo magnético?

c) Calcular la potencia que disipa la resistencia del circuito.

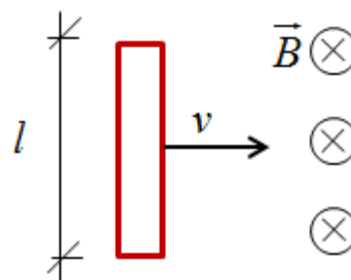
8) Una barra metálica de longitud l desliza con velocidad v sobre una superficie horizontal sin rozamiento. Existe un campo magnético constante perpendicular a la superficie, entrante.

Hallar la diferencia de potencial entre los extremos de la barra:

a) Considerando las fuerzas magnéticas y eléctricas que se ejercen sobre las cargas móviles del metal;

b) Utilizando las leyes de Lenz y Faraday.

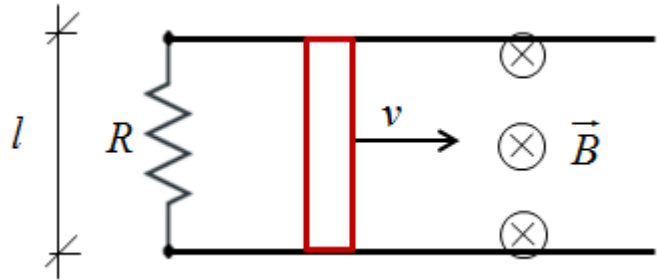
Calcular dicha ddp cuando $l = 1.76 \, \text{m}$, $v = 4.3 \, \text{m/s}$, $B = 0.245 \, \text{T}$.



9) Se trata de emplear la barra del problema anterior como fuente de *fem*, haciéndola moverse sobre un circuito de resistencia $R = 50 \Omega$.

a) Calcular la corriente que circularía por el circuito si la barra se moviera a velocidad constante de 4.3 m/s.

b) Hallar la fuerza magnética que aparece sobre la barra en movimiento. Esa fuerza ¿acelera o retarda el movimiento de la barra? ¿Es necesario aplicar una fuerza externa para mantener a la barra en movimiento uniforme?



10) Revisar los resultados del problema 7) de la Guía de Magnetostática, considerando ahora el efecto de la inducción electromagnética en el circuito.

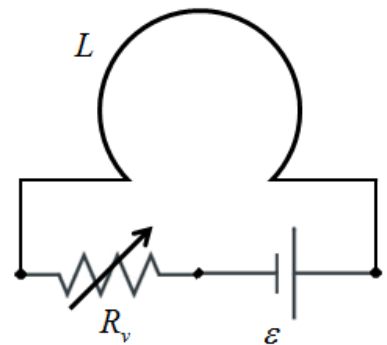
Autoinducción

11) Una espira está conectada a una resistencia variable, lo que permite controlar la intensidad de corriente que circula por ella. El coeficiente de autoinducción de la espira es L .

a) Dando la expresión del flujo de campo magnético, determinar las unidades de L .

b) Usando las leyes de Lenz y Faraday, demostrar que la diferencia de potencial entre los extremos de la espira puede escribirse como:

$$V_L = -L \frac{dI}{dt}$$

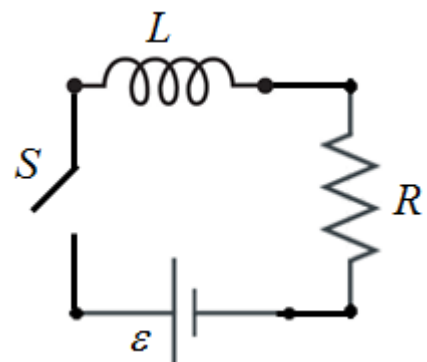


c) Cuando la corriente, que circula en sentido antihorario, se hace disminuir en el circuito por medio de la resistencia variable R_v , ¿Cuál será el sentido de la corriente inducida en la misma espira?

12) En el siguiente circuito,

a) Aplicar la ley de Kirchhoff de la tensión en circuito cerrado para demostrar que la potencia que toma la bobina es:

$$P_L = LI \frac{dI}{dt}$$



b) utilizando esta expresión, deducir que la energía magnética en la bobina es:

$$U_L = \frac{1}{2} LI^2$$

c) Calcular U_L para $L = 150 \text{ mH}$, cuando el valor de la corriente en el circuito sea de 450 mA .

13) Un circuito en serie consta de una fuente ε , una resistencia R , una bobina de autoinductancia L y un interruptor S , inicialmente abierto.

Datos: $\varepsilon = 25 \text{ V}$; $R = 5 \Omega$; $L = 2 \text{ H}$

Al cerrarse el interruptor S Del circuito, la corriente no alcanza instantáneamente su valor $I_{\max} = \varepsilon / R$, sino que varía en el tiempo según la expresión:

$$I(t) = I_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

a) Hallar los valores de $I_{\max}$ y de la constante de tiempo τ .

b) Calcular el valor de la corriente cuando transcurrieron 0.2 s desde que se cerró el interruptor.

c) Hallar la ddp entre los extremos de la resistencia en ese instante.

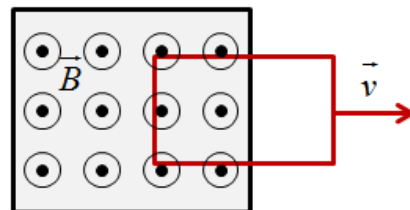
d) ¿Cuánto valdrá la ddp en los extremos de la bobina L en el mismo instante?

e) Calcular I , V_R y V_L para $t = 0.8 \text{ s}$.

f) Al apagarse la fuente (manteniendo cerrado el interruptor S), la corriente no se extingue instantáneamente. ¿Por qué?

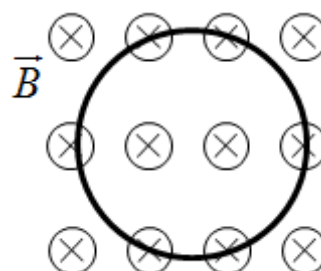
Problemas propuestos y preguntas correspondientes a la Guía 8:

P1) La espira rectangular de cobre de la figura está parcialmente dentro de un campo magnético constante (zona sombreada). Cuando la espira se desplaza hacia la derecha, ¿en qué dirección circula la corriente inducida en ella?



Respuesta: antihoraria

P2) La espira circular que se muestra, de 10 cm de radio, está dentro de un campo magnético uniforme dirigido hacia el plano de la página. Si el campo aumenta uniformemente 0.9 T cada segundo, ¿cuál es la magnitud y el sentido de la *fem* inducida?



Respuesta: 28.3 mV sentido antihorario

P3) Una espira de alambre cuadrada de 10 cm de lado se coloca entre los polos de un electroimán. El campo magnético es de 1.2 T y está dirigido perpendicularmente al plano de la espira. Calcular la *fem* inducida en la espira si el campo se reduce a cero uniformemente en 2.4 s.

Respuesta: 5 mV

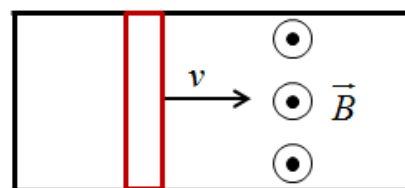
P4) Una barra de 20 cm de longitud se mueve en un campo magnético de 0.8 T en dirección perpendicular a B y a la longitud de la barra. ¿A qué velocidad debe moverse para que la *fem* inducida sea de 0.2 V entre los extremos de la barra?

Respuesta: 1.25 m/s

P5) La barra tiene una resistencia de 0.02Ω y una longitud de 0.5 m, y los carriles sobre los que se mueve tiene poca resistencia. El campo es de 1.5 T.

a) Calcular la corriente que fluye por la barra cuando su velocidad es de 3 m/s.

b) Calcular la fuerza externa que debe actuar sobre la barra para mantenerla en movimiento.



Respuesta: a) 112.5 A; b) 84.4 N

P6) Un generador de voltaje alterno tiene una bobina rectangular de 60 espiras girando a 1800 RPM en un campo magnético de 0.5 T. Las dimensiones de la bobina son de 8 cm por 6 cm.

a) Calcular el máximo valor de *fem* inducida.

b) Escribir la expresión de la *fem* en función del tiempo.

Respuesta: a) 27.1 V; b) $27.1 \sin(188.5 t)$

P7) Una bobina rectangular de 8 cm de ancho por 12 cm de longitud tiene 80 espiras. ¿A qué velocidad debe girar en un campo de 0.8 T para que su voltaje máximo inducido sea de 80 V?

Respuesta: 130 rad/s

P8) Por una bobina de 40 mH de autoinducción pasa una corriente de 20 A. Calcular la energía magnética en la bobina.

Respuesta: 8 J

P9) En un circuito serie con fuente, resistencia y bobina, la corriente tiende a un valor máximo de 2.5 A.

a) Cuando han transcurrido 0.6 s desde que comenzó a circular la corriente, ésta alcanza el valor de 2.1 A. ¿Cuánto vale la constante de tiempo?

b) Si $L = 1.31$ H, ¿cuánto vale la resistencia en el circuito?

c) ¿Cuánto vale el valor de la fem de la fuente?

Respuesta: a) $\tau = 0.327$ s; b) $R = 4 \Omega$; c) $\mathcal{E} = 10$ V.

Guía de Problemas nº 9

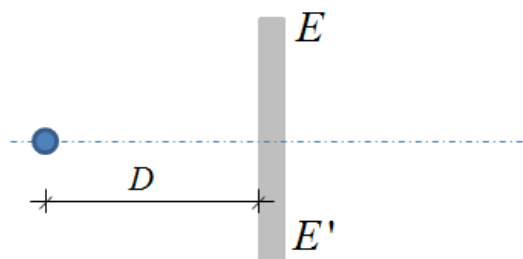
ÓPTICA GEOMÉTRICA

Reflexión y refracción de los rayos luminosos

1) ¿Cuál de las situaciones corresponde a la reflexión de un rayo luminoso que incide sobre una superficie reflectante? Justificar.

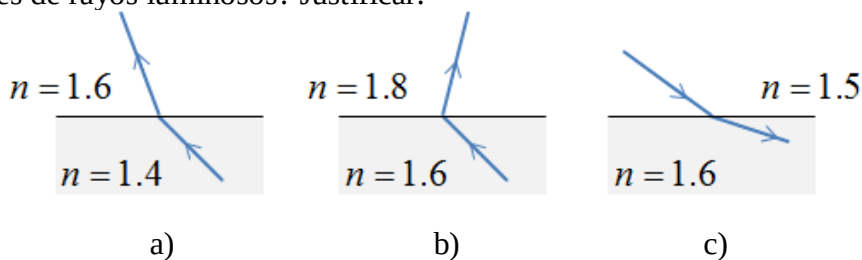


2) Empleando las leyes de la reflexión, determinar gráficamente la posición de la imagen del objeto formada mediante el espejo plano EE' . La imagen, ¿es real o virtual?



3) La velocidad de la luz en el vacío es $c = 3 \times 10^8$ m/s. Si el índice de refracción del agua es $n = 4/3$ ¿cuánto vale la velocidad de la luz en el agua?

4) ¿Cuáles de las siguientes situaciones (a, b o c) representan correctamente refracciones de rayos luminosos? Justificar.



5) El fondo grueso de un recipiente de vidrio, abierto al aire, tiene un índice de refracción $n_V = 1.55$. El recipiente contiene un líquido transparente ($n_L = 1.45$), como se indica en la figura. Un rayo luminoso incide en la interfase sólido-líquido desde el líquido hacia abajo, formando un ángulo de 30° respecto de la normal. Determinar la dirección del rayo refractado.

n_L
n_V

6) En la situación del problema anterior, un rayo luminoso incide en la superficie de separación sólido-líquido desde el fondo del recipiente. (¿Qué valor tiene el ángulo límite para este par de sustancias transparentes?)

a) Si el ángulo de incidencia con la normal es de 40° , ¿cuál es la trayectoria siguiente del rayo?

b) Responder la pregunta cuando el ángulo es de 75° respecto de la normal.

c) ¿Cuál es el valor del ángulo límite para la interfase aire-líquido?

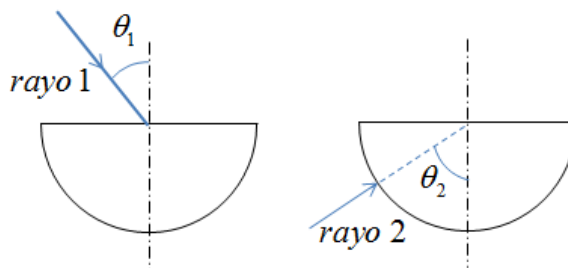
7) Un buzo, de 1,80m de altura, está de pie en el fondo de un lago de 20 m de profundidad. Calcular la distancia mínima desde el punto en que se encuentra hasta el punto del fondo que puede ver reflejado en la superficie del agua. Realizar un diagrama.

8) Hallar la profundidad a la cual parece estar un pez, el cual se observa en dirección casi vertical desde arriba de una pecera con agua ($n = 1.33$), cuando el pez se halla a una profundidad real de 84 cm.

9) En la figura se muestran dos lentes semicirculares en las cuales inciden, desde el aire, dos rayos luminosos. El índice de refracción del material de las lentes es 1.5 y los ángulos representados son $\theta_1 = 45^\circ$ y $\theta_2 = 60^\circ$.

a) Determinar la dirección de los rayos que se reflejan y se refractan en la cara plana de cada lente.

b) ¿Cuál es la dirección de salida al aire de cada uno de los rayos refractados?



Para investigar:

El Espejismo. Explicar cómo se produce este fenómeno. ¿Qué leyes físicas estudiadas están involucradas? Realizar un esquema.

Lentes delgadas. Instrumentos ópticos

10) Una lente delgada convergente tiene una distancia focal $f = 6$ cm (¿cuánto vale la potencia de la lente, en dioptrías?). Un objeto se halla a 24 cm a la izquierda de la lente.

a) Calcular **analíticamente** la posición de la imagen, y caracterizarla. Determinar la magnificación de la lente.

b) Realizar la marcha de rayos y resolver **gráficamente** el problema.

c) Si se quiere obtener una imagen real del mismo tamaño que el objeto, ¿en qué ubicación habrá que colocar el objeto sobre el eje óptico? (la imagen, ¿será recha o estará invertida?)

Para buscar información y analizar: Un modelo muy sencillo del ojo humano consiste en una lente convergente (el cristalino), y una pantalla (la retina) en donde se forman las imágenes reales (éstas ¿estarán derechas o invertidas? ¿Serán mayores o menores que el objeto?)

11) Una lente delgada convergente tiene una distancia focal $f = 8$ cm. Un objeto se halla a 4 cm a la izquierda de la lente.

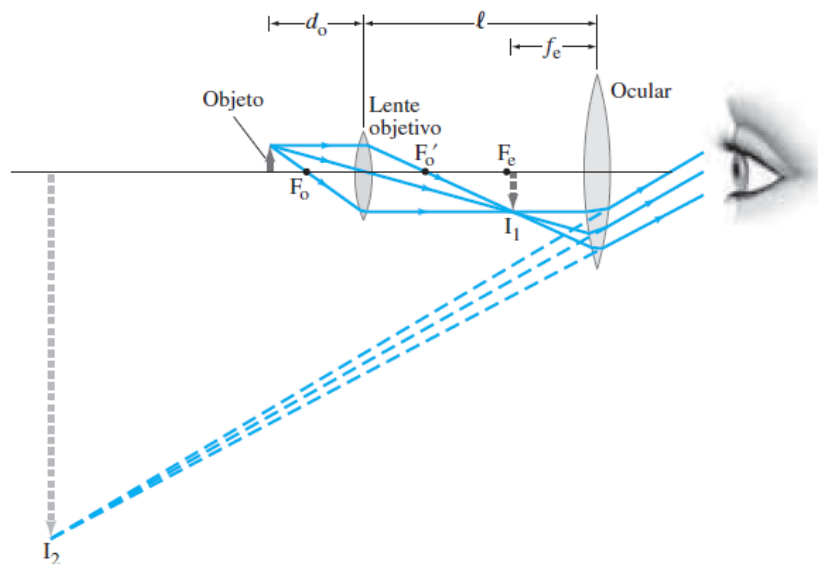
- Calcular analíticamente la posición de la imagen, y caracterizarla. Determinar la magnificación de la lente.
- Realizar la marcha de rayos y resolver gráficamente el problema.

12) Una lente divergente tiene una distancia focal $f = -3$ cm. (¿cuánto vale la potencia de la lente, en dioptrías?). Hallar la posición y las características de la imagen para un objeto que se halle a 6 cm a la izquierda de la lente. ¿Cuál es la magnificación? (Resolver **gráfica** y **analíticamente**)

13) Un sistema óptico centrado está formado por dos lentes delgadas, la primera convergente y la segunda divergente, de distancias focales $f_1 = 10$ cm y $f_2 = -10$ cm, separadas 50 cm. Un objeto que tiene 1 cm de altura se coloca a una distancia de 15 cm a la izquierda de la lente convergente. Determinar **analíticamente** la posición, tamaño y naturaleza de la imagen final del sistema. Graficar la marcha de rayos.

14)

- Cuál es la distancia focal de una lupa que tiene un aumento angular de $10\times$? ¿En qué posición habrá que ubicar un objeto para obtener este valor de aumento? (considerar que la imagen se forma en el infinito)
- Para la misma lente, calcular el aumento lateral que presenta la imagen de un objeto que se forma en el punto próximo (a 25 cm del ojo).



Esquema de un microscopio

15) Las distancias focales del objetivo y ocular de un microscopio son, respectivamente, $f_o = 0.5$ cm y $f_c = 3$ cm. Las lentes están separadas 18 cm. La imagen final se forma en el infinito.

- Calcular el aumento del microscopio;
- La imagen final, ¿está derecha o invertida respecto del objeto?

16) Un microscopio tiene un objetivo de distancia focal 0.3 cm y un ocular de distancia focal 2 cm.

a) ¿Dónde debe formarse la imagen del objetivo para que el ocular produzca una imagen virtual en el infinito?

b) Si las lentes tienen 20 cm de separación entre si, ¿qué distancia separa al objetivo del objeto que está sobre la platina?

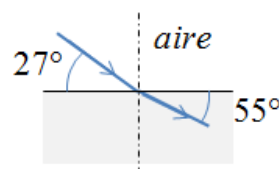
c) ¿Cuál es el aumento total del microscopio?

<i>Algunos valores de índice de refracción:</i>	
Sustancia transparente	Índice de refracción (para $\lambda = 589 \text{ nm}$)
Aire (1 atm, 0 °C)	1.000293
Agua (20 °C)	1.3369
Solución agua con azúcar (30%)	1.38
Solución agua con azúcar (80%)	1.49
Etanol	1.3645
Hielo	1.309
Cuarzo fundido	1.4585
Vidrio crown (valor típico)	1.51
Vidrio flint (valor típico)	1.63
Plexiglás (valor típico)	1.49
Polycarbonato (valor típico)	1.60
Diamante	2.417

Problemas propuestos y preguntas correspondientes a la Guía 9:

P1) El índice de refracción de un medio depende del color de la luz que incide sobre él. (Por ejemplo, el cuarzo tiene un índice $n_a = 1,4636$ para la luz azul y $n_r = 1,4561$ para la luz roja.) Explicar cualitativamente por qué se produce la dispersión de los colores a la salida de un prisma cuando sobre él incide luz blanca.

P2) a) La siguiente figura indica el camino de un rayo de luz que pasa del aire a un líquido. Calcular el índice de refracción del líquido.

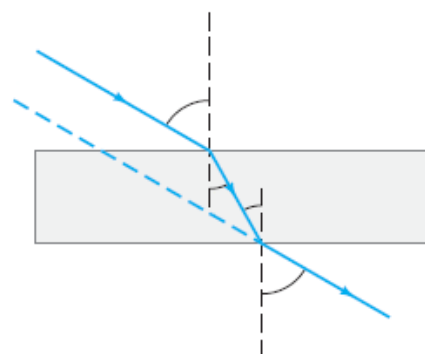


b) Hallar el ángulo límite (α_L) para esta interfase (¿desde qué medio debe venir la luz para que se produzca esta reflexión?)

Respuesta: a) 1.553; b) 40°

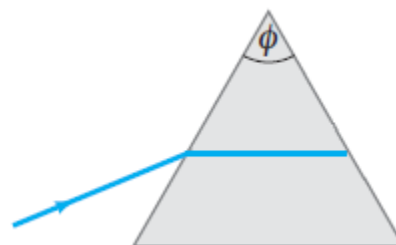
P3) Un rayo luminoso incide sobre una lámina de caras paralelas formando un ángulo de 30° con la normal. El índice de refracción del vidrio es 1,5. ¿Qué espesor tendrá la lámina si la separación lateral entre los rayos de entrada y salida es de 0,9 cm?

Respuesta: 4,64 cm



P4) Un rayo de luz pasa a través de un prisma isósceles cuyo vértice forma un ángulo de 45°. La dirección del rayo dentro del prisma es paralelo a su base. ¿Cuál es el ángulo de incidencia del rayo si el índice de refracción del prisma es $n = 1,66$?

Respuesta: 39.4°



P5) El fondo de un estanque está a 2 m de profundidad. Calcular la profundidad aparente, sabiendo que $n = 1,33$ para el agua

Respuesta: 1.5 m

P6) Una fibra óptica se fabrica con material de $n = 1,7$ y se recubre con otra sustancia cuyo índice es $n = 1,25$. ¿Cuál es el ángulo límite para la reflexión total interna?

Respuesta: 47.3°

P7)

- a) ¿Qué diferencias existen entre las imágenes reales y virtuales?
- b) ¿Cómo se observan las imágenes reales?
- c) ¿Cómo hay que observar a través de una lente para ver una imagen virtual?
- d) ¿Qué significado puede tener la idea de “objeto virtual”?

P8) En un día de sol, es posible utilizar una lupa para encender fuego. Suponiendo que la lupa esté a 5 cm de una hoja de papel cuando logra encenderla, ¿qué representa esa distancia? ¿Cuánto vale la potencia de esa lupa?

Respuesta: $P = 20 \text{ D}$

P9) Determinar cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera y cuál es falsa:

- a) Una lente convergente siempre produce imágenes reales.
- b) Una lente divergente siempre produce imágenes virtuales.

P10) ¿Cuánto debe valer la distancia entre el objeto y una lente convergente de distancia focal f para que se produzca una imagen real del mismo tamaño que el objeto? ¿Cómo aparecerá dicha imagen?

Respuesta: $x = 2 f$; imagen invertida

P11) Para una lente convergente de distancia focal $f = 5 \text{ cm}$, hallar distancias objeto e imagen que permitan un aumento de:

- a) $m = -2$;
- b) $m = -0,5$;
- c) $m = +2$.

Resolver analíticamente y verificar gráficamente. ¿Existe más de una solución?

Respuestas: a) $x = 7.5 \text{ cm}$; $x' = 15 \text{ cm}$;
b) $x = 15 \text{ cm}$; $x' = 7.5 \text{ cm}$;
c) $x = 2.5 \text{ cm}$; $x' = -5 \text{ cm}$

P12) Determinar la naturaleza de la imagen y el aumento obtenidos utilizando una lente divergente de $f = -18 \text{ cm}$ cuando se tiene un objeto situado a una distancia de 27 cm de la lente. Resolver gráfica y analíticamente.

Respuesta: virtual, derecha, menor; $m = 0.4$

P13) Un objeto luminoso está situado a 6 m de una pantalla. Una lente, cuya distancia focal es desconocida, forma sobre la pantalla una imagen real, invertida y cuatro veces mayor que el objeto.

- a) ¿Cuál es la naturaleza de la lente y su posición (x)? ¿Cuánto vale su distancia focal?
- b) Se desplaza la lente de manera que se obtenga sobre la misma pantalla una imagen nítida pero de distinto tamaño que el anterior. ¿Cuál será su nueva posición y cuánto vale el nuevo aumento?

Respuesta: a) $x = 1.2 \text{ m}$; $f = 0.96 \text{ m}$; b) $x = 4.8 \text{ m}$; $m = -0.25$

P14) Un instrumento óptico está formado por dos lentes convergentes alineadas ($f_1 = 4 \text{ cm}$; $f_2 = 8 \text{ cm}$), separadas entre sí por 16 cm . Determinar la posición final y las características de la imagen final obtenidas de un objeto situado a 12 cm de la primera lente. Realizar un esquema de la marcha de rayos.

Respuesta: a) $x'_f = 40 \text{ cm}$ (desde f_2); imagen real, derecha, mayor; $m = 2x$

P15)

a) Un sistema de dos lentes, A y B, se halla alineado según su eje óptico. Las distancias focales respectivas son $f_A = 20 \text{ cm}$ y $f_B = -30 \text{ cm}$. Ambas lentes están separadas entre sí por 30 cm. Un objeto se coloca a 10 cm de la lente A. Obtener la naturaleza de la imagen final, su posición final y su aumento.

b) Resolver el problema si se invierte el orden de las lentes, manteniéndose iguales todas las distancias.

Respuesta: a) imagen virtual, derecha y menor ($m = 0.75$),
a 18.75 cm a la izquierda de la lente divergente
b) imagen real, invertida y menor ($m = 0.857$),
a 42.85 cm de la lente convergente

P16) Un microscopio tiene un objetivo de $f = 3.5 \text{ mm}$ y un ocular de $f = 10 \text{ mm}$. La distancia entre el foco imagen del objetivo y el foco objeto del ocular es de 18 cm. Hallar el aumento de este microscopio. (Considerar que la imagen final se forma en el infinito)

Respuesta: $M = -1286x$

P17) Un microscopio tiene un objetivo de 5 mm de distancia focal y un ocular de 3 cm de distancia focal. La distancia entre las lentes es de 20 cm. Calcular el aumento del instrumento.

Respuesta: $M = -275x$

Guía de Problemas nº 10

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

1) Una onda electromagnética armónica plano polarizada es emitida en el aire por una antena de microondas. Tiene una longitud de onda de 3.8 cm y su máximo valor de campo eléctrico máximo es de 2.47×10^{-4} V/m.

a) ¿Cuál es la velocidad de la onda?

b) Calcular su frecuencia f .

c) Escribir el campo eléctrico de la onda en forma vectorial, suponiendo que se traslada en la dirección del eje X positivo, oscila en el plano XY. Considerar que la fase inicial de la onda es 0° .

d) Hallar el campo magnético correspondiente a esta onda.

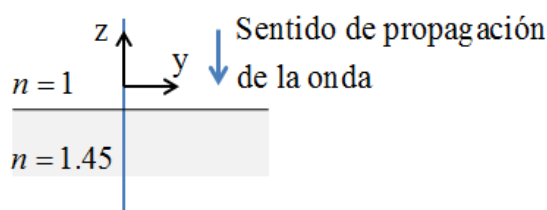
Respuesta: a) $v = 3.00 \times 10^8$ m/s; b) $f = 7.9 \times 10^9$ Hz;
c) $\mathbf{E} = 2.47 \times 10^{-4}$ V/m $\sin(165,3x - 4,63) \mathbf{j}$

2) Una onda luminosa roja ($\lambda = 653$ nm), polarizada en un plano, se propaga en el vacío en dirección vertical y sentido hacia abajo (dirección negativa del eje Z). El campo eléctrico máximo es de 0,35 V/m.

a) Describir el campo eléctrico, suponiendo que oscila en el plano XZ.

b) Describir vectorialmente el campo magnético de la onda.

c) Si la onda luminosa penetra en un medio de índice de refracción $n = 1.45$ ¿Cuál es la nueva velocidad de la onda? ¿Cuál es la nueva longitud de onda? ¿A qué color corresponde? (la frecuencia ν no se modifica)



Respuesta: a) $\mathbf{E} = 0.35$ V/m $\sin(9.62 \times 10^6 z + 2.88 \times 10^{15} t) \mathbf{i}$;
b) $\mathbf{B} = 1.17 \times 10^{-9}$ T $\sin(9.62 \times 10^6 z + 2.88 \times 10^{15} t) -\mathbf{j}$;
c) $v = 2.07 \times 10^8$ m/s; $\lambda = 450$ nm (violeta)

3) Un láser de dióxido de carbono emite una onda electromagnética sinusoidal que viaja en el vacío en la dirección X negativa con longitud de onda igual $10.6 \mu\text{m}$. El campo eléctrico es paralelo al eje Z y con amplitud de 1.5 MV/m . Escribir las expresiones del campo eléctrico y el campo magnético de esta onda y graficarla.

4) Una onda plana se propaga en el vacío de modo tal que la amplitud del campo eléctrico es de 240 V/m y oscila en la dirección z. Además, sabemos que la onda EM se propaga en la dirección +x y que $\omega = 2.0 \pi \cdot 10^{12} \text{ rad/seg}$. Con estos datos, calcular: a) la frecuencia de oscilación f, b) el periodo, c) la longitud de onda, d) la magnitud del campo magnético y e) la dirección de oscilación de este campo e) escribir las expresiones de **E** y **B**.

Guía de Problemas n° 11

ÓPTICA FÍSICA

Interferencia

1) Se ilumina un par de rendijas con luz coherente de longitud de onda $\lambda = 6500 \text{ \AA}$. Las rendijas están separadas entre si por $47 \text{ }\mu\text{m}$. Se observa en una pantalla el patrón de interferencia resultante. Realice un esquema de la situación.

a) ¿Cuál es la posición angular del tercer máximo de interferencia?

b) ¿Cuál es la posición angular del quinto mínimo?

c) Si la separación entre dos máximos (o mínimos) consecutivos observados sobre una pantalla es de 2 mm , ¿a qué distancia se encuentra la pantalla?

2) Un par de rendijas, separadas 0.55 mm se iluminan con luz monocromática. En una pantalla ubicada a una distancia de 1.2 m de las rendijas se forman un patrón de interferencia. La separación entre dos franjas oscuras consecutivas es de 1.6 mm . ¿Cuál es la longitud de onda de la luz?

3) Se hace incidir luz de 500 nm de longitud de onda normalmente sobre una película de agua de 0.0001 cm de espesor. El índice de refracción del agua es 1.33 .

a) ¿Cuál es la longitud de onda de la luz en el agua?

b) ¿Cuántas longitudes de onda están contenidas en la distancia $2t$., siendo t el espesor de la película?

c) ¿Cuál es la diferencia de fase éntrela onda reflejada en la parte superior de la película y la reflejada en la interfase del fondo agua aire después de que ha recorrido esta distancia?

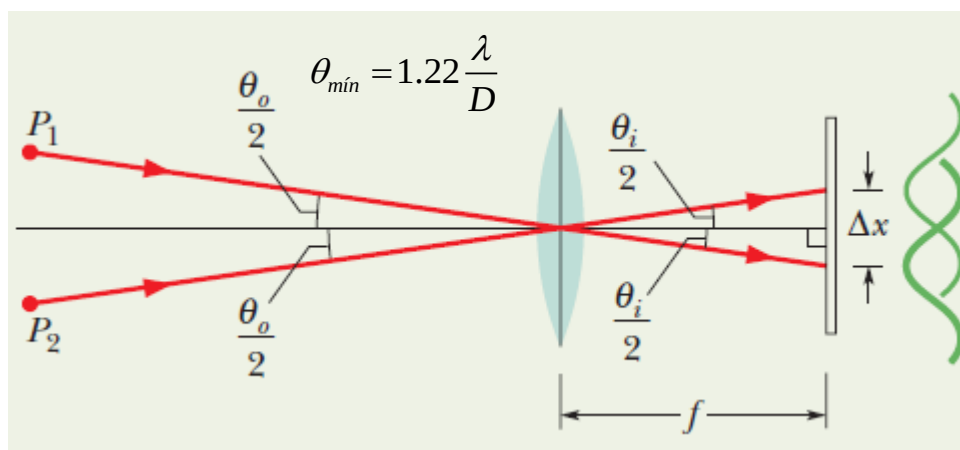
4) Una delgada capa de aceite ($n_{\text{aceite}} = 1.5$) flota sobre agua ($n_{\text{agua}} = 1.33$). Cuando se ilumina el aceite con luz de longitud de onda de 480 nm a incidencia casi normal se observa la extinción de la luz reflejada. En base a esta información, determinar el espesor de la película de aceite.

5) Una celda solar de silicio ($n_{\text{Si}} = 3.5$) se recubre con una película transparente de monóxido de silicio ($n_{\text{SiO}} = 1.45$) para reducir las pérdidas por reflexión en la superficie. ¿Qué espesor mínimo debe tener la película para que la reflexión a dirección casi perpendicular sea mínima para la longitud de onda de $5500 \text{ \AA}$?

Difracción

6) Una rendija rectangular de 0.1 mm de ancho se ilumina con luz monocromática cuya longitud de onda es de 5230 Å. ¿Qué ángulo subtiende el máximo central de difracción y qué distancia ocupa esta zona iluminada en una pantalla ubicada a un metro de distancia de la rendija?

7) Un glóbulo rojo tiene un diámetro de 8 μm. Se ilumina un extendido de sangre con un láser de He-Ne ($\lambda = 632.8$ nm) y se observa la figura de difracción en una pantalla a 1.25 m de distancia, ¿cuál es el radio del primer mínimo de la difracción?



8) Considerar que el diámetro de la pupila es de 2 mm (para iluminación diurna) y que la luz incidente tiene una longitud de onda de 500 nm.

a) Estimar el ángulo de resolución para el ojo suponiendo que su límite está dado por la difracción.

b) Dos puntos luminosos a 25 cm del ojo (“punto próximo”), ¿qué distancia deben tener entre sí para resolverlos como puntos separados?

9) El poder separador P de un instrumento óptico está dado por la inversa del mínimo ángulo que deben formar entre si los rayos que pasan por el centro óptico de la lente anterior (objetivo) y que provienen de dos puntos que se ven separados con el instrumento. Se define como:

$$P = \frac{1}{\Phi} = \frac{D}{1.22\lambda}$$

a) Si la abertura del objetivo de un microscopio tiene un diámetro de 1 cm y se utiliza luz de $\lambda = 5890$ Å para iluminar el objeto, ¿cuál es el mínimo ángulo subtendido entre dos puntos que se puedan distinguir entre si, y cuál es el poder separador del microscopio?

b) ¿Qué ocurriría si el espacio entre el objeto y el objetivo se llenara con agua ($n = 1.33$)? Mejoraría la resolución?

Redes de difracción (también llamadas rejillas de interferencia)

10) Una cierta red de difracción tiene 6250 líneas por cada centímetro.

- a) ¿Cuál es la separación entre las líneas (es decir, cuál es la constante de la red)?
- b) ¿Cuánto vale la longitud de onda de la luz que tiene un máximo de segundo orden a 35° respecto de la línea central?

11) Sobre una red de difracción de 5500 rendijas por centímetro incide luz de un láser de He-Ne ($\lambda = 632.8 \text{ nm}$). Hallar los ángulos a los que se observan los máximos de primer y segundo orden.

Polarización de la luz

12) Un haz horizontal proveniente de un laser de 5 mW cuya luz está polarizada en la dirección vertical incide sobre un par de polarizadores transparentes. El primero está orientado de tal forma que su eje de transmisión es vertical. El segundo tiene su eje de transmisión formando un ángulo de 27° respecto al primero. Realice un esquema. Determine la potencia de la luz transmitida por este sistema.

13) Si se desea usar una placa de vidrio ($n = 1.5$) como polarizador por reflexión, ¿cuál será el ángulo de Brewster? ¿Cuánto vale el ángulo refractado en el vidrio, y cuánto suman el ángulo incidente y el refractado? Realice un esquema.

14) Un polarizador y un analizador están orientados de modo que se transmita la máxima cantidad de luz. ¿A qué fracción de este valor máximo se reduce la intensidad cuando el analizador se gira:

- a) 30°
- b) 45°
- c) 60°

15) En una experiencia de polarimetría se conoce que cada gramo de azúcar disuelto en 1 cm^3 de agua rota el plano de polarización de la luz en 66.5° por cm de camino recorrido. El ángulo de rotación se relaciona linealmente con la concentración de soluto y con la longitud del tubo de solución mediante:

$$\alpha = K[C]L$$

Cuando el tubo del polarímetro es de 20 cm de largo y contiene una solución de azúcar de 1.5 g en 100 cm^3 de solución hallar el ángulo de rotación de la luz polarizada linealmente.

Problemas propuestos y preguntas correspondientes a la Guía 11:

P1) Cuando se ilumina una doble rendija con luz monocromática de longitud de 600 nm el tercer máximo no central aparece a un ángulo de 15° con respecto a la dirección incidente. ¿Cuál es la separación entre las rendijas?

Respuesta: 6.95 μm

P2) En un experimento de doble rendija, éstas están a 1.4 m de la pantalla. Se iluminan las rendijas con luz monocromática de $\lambda = 5900 \text{ \AA}$. Si hay 16 franjas brillantes por centímetro en la pantalla, ¿cuál es la separación entre las rendijas?

Respuesta: 1.32 nm

P3) Una película de jabón parece roja ($\lambda = 6624 \text{ \AA}$) al contemplarla en dirección normal, cuando sobre ésta incide luz blanca en forma perpendicular. El índice de refracción de la mezcla jabonosa es de 1.44. ¿Cuál es el menor espesor que podría tener esta película?

Respuesta: 115 nm

P4) Una rendija de 0.05 mm de ancho se ilumina con luz coherente de 650 nm. ¿Cuánto vale el ancho del máximo central de difracción en una pantalla a 0.6 m de distancia?

Respuesta: 15.6 mm

P5) ¿Por qué el patrón de difracción de una rendija rectangular es más ancho mientras más angosta es la rendija? ¿Cuál será el mínimo tamaño experimental del ancho de la rendija para luz de una dada longitud de onda?

P6) ¿Qué diferencia existe entre la intensidad luminosa en la pantalla en un patrón de interferencia respecto de la intensidad en un experimento de difracción?

P7) Dos cuerpos puntuales están separados 4 cm. ¿A qué distancia máxima del ojo deben encontrarse para que el ojo pueda distinguirlos como separados, para una luz de $\lambda = 600 \text{ nm}$ y un diámetro de pupila de 5 mm?

Respuesta: 273.2 m

P8) ¿Cuál es la anchura angular del espectro de primer orden de la luz blanca ($3900 \text{ \AA} \leq \lambda \leq 7800 \text{ \AA}$) que se obtiene con una red de 8000 líneas por cm?

Respuesta: $\Delta\theta = \theta_{\text{rojo}} - \theta_{\text{violeta}} = 20.5^\circ$

P9) Una red con 7500 líneas/cm se usa para estudiar la región espectral de longitudes de onda entre $\lambda_1 = 408 \text{ nm}$ y $\lambda_2 = 505 \text{ nm}$. ¿Cuál es la desviación angular de esta región en el 1º orden?

Respuesta: $\theta_1 = 17.8^\circ$; $\theta_2 = 22.3^\circ$

P10) Una red produce un máximo de difracción de 3° orden para luz amarilla de $5900 \text{ \AA}$ al cual mismo ángulo que el máximo de difracción para luz azul en su 4° orden. ¿Cuál es la longitud de onda de esa luz azul?

Respuesta: 443 nm

P11) ¿Cómo se puede determinar si la luz de cierta fuente luminosa está polarizada linealmente o no lo está?

P12) La luz solar se refleja en un lago tranquilo ($n_{\text{agua}} = 1.33$). La luz reflejada está polarizada 100%. ¿Cuál es el ángulo entre el sol y el horizonte?

Respuesta: 37°

Guía de Problemas n° 12

FÍSICA MODERNA

Hipótesis de Planck

1) La energía de disociación (la energía necesaria para separar los átomos constituyentes) de la molécula CN (cianógeno) es de aproximadamente 1.22×10^{-18} J.
a) ¿Cuál es la longitud de onda máxima de la radiación que sería capaz de separar la molécula CN y b) ¿Cuál es la frecuencia de esta radiación? c) ¿A qué región del espectro corresponde?

2) La luz ultravioleta puede quemar la piel, pero no la luz visible. Explique por qué. Algunas personas insisten en que se queman con mayor facilidad si la piel está mojada. ¿Hay alguna razón que justifique esta afirmación?

Efecto Fotoeléctrico

3) Al iluminar potasio con luz amarilla de sodio de $\lambda = 589$ nm se liberan electrones con una energía cinética máxima de 0.577×10^{-19} J, y al iluminarlo con luz ultravioleta de una lámpara de mercurio de $\lambda = 253.7$ nm, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es 5.036×10^{-19} J.

a) Explique el fenómeno descrito en términos energéticos y determine el valor de la constante de Planck.

b) Calcule el valor del trabajo de extracción del potasio y el valor de la longitud de onda a partir de la cual se produce efecto fotoeléctrico.

c) Explique qué entiende por potencial de frenado y calcule su valor para los fotoelectrones emitidos a partir de las radiaciones descritas en el apartado a)

4) El trabajo de extracción del cátodo metálico en una célula fotoeléctrica es 3.32 eV. Sobre él incide radiación de longitud de onda $\lambda = 325$ nm.

a) Calcula la velocidad máxima con la que son emitidos los electrones y

b) El potencial de frenado.

5) Al iluminar una célula fotoeléctrica con radiación electromagnética de longitud de onda 185 nm se necesita un potencial de 4.73 V para anular la corriente producida. Si se usa radiación de 256 nm el potencial es de 2.92 V.

a) Determina la constante de Planck.

b) ¿Qué metal está en el cátodo?

Longitudes de onda umbral (nm)

Pt	Au	Ag	Na	Rb	Cs
190	260	270	550	570	660

Hipótesis de Louis de Broglie

6) Basándote en la hipótesis de Louis de Broglie, calcula:

a) la longitud de onda asociada a un electrón que se mueve a 5.97×10^6 m/s

b) la zona del espectro electromagnético a que pertenece una radiación que tenga una longitud de onda del mismo orden.

7) Se acelera un protón mediante una diferencia de potencial de 3000 V. a) Calcule la velocidad del protón y su longitud de onda de de Broglie. b) Si en lugar de un protón fuera un electrón el que se acelera con la misma diferencia de potencial, ¿tendría la misma energía cinética? ¿Y la misma longitud de onda asociada?

8) Un electrón se acelera del reposo a través de una diferencia de potencial V (en volts). Demuestre que la longitud de onda de de Broglie del electrón puede expresarse como λ (en nm) = $1.228/V^{1/2}$.

Principio de Heisenberg

9) Una pelota de béisbol de 15 g se mueve a 24 m/s. Si es posible medir la magnitud de su velocidad con una precisión del 0.5 %, ¿cuál es la incertidumbre mínima en esta posición?

10) Un electrón se localiza en una región con una precisión de 0.53 nm. ¿Cuál es la incertidumbre de la medición de su cantidad de movimiento?

11) La energía de un electrón de cierto átomo es aproximadamente 2 eV. ¿Cuál es el tiempo mínimo que se necesitaría para medir esta energía con una precisión del 0.5 por ciento?

12) Suponga que un electrón queda atrapado en un cubo de 10^{-10} m por lado. Este volumen es más o menos el mismo que ocupa un átomo. Estime la energía cinética mínima que debe poseer el electrón si se localiza en ese volumen. Suponga que la energía cinética puede tratarse en forma clásica.

Átomo de Bohr

13) ¿Cuánta energía se requiere para ionizar un átomo de hidrógeno que está en su estado fundamental? ¿En qué consiste el proceso de ionización? ¿Qué significa esto en términos de la energía del electrón?

14) El potencial de ionización (o energías de ionización) del hidrógeno es 1310 kJ/mol. Explica si la radiación ultravioleta de $\lambda = 50$ nm, al incidir sobre átomos de hidrógeno en estado gaseoso y fundamental provocará su ionización

15)

a) Calcule el radio de la primera, segunda y tercera órbita de Bohr del átomo de hidrógeno.

b) Use el modelo semiclásico del átomo de hidrógeno para demostrar que la velocidad del electrón, en la n -ésima órbita de Bohr puede expresarse como

c) Calcule la magnitud de la velocidad pronosticada por la mecánica clásica para un electrón en la primera y la segunda órbitas de Bohr. Compare estos valores con el valor de la velocidad de la luz, c .

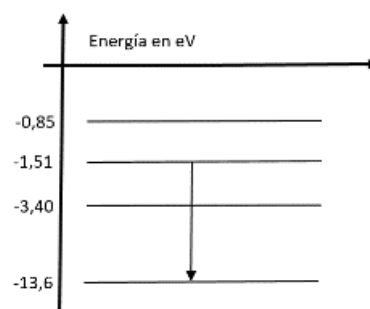
d) Calcule la cantidad de movimiento angular de un electrón en la primera órbita de Bohr.

e) ¿Cuál es la energía cinética de un electrón en la primera y segunda órbitas de Bohr del átomo de hidrógeno?

f) Calcule la energía potencial del electrón en un átomo de hidrógeno cuando está en el estado fundamental

4) Un electrón efectúa un salto entre los niveles energéticos que se muestran en la figura:

Calcular la frecuencia y la longitud de onda de la radiación electromagnética desprendida



16) Un electrón excitado de un átomo de hidrógeno vuelve a su estado fundamental y emite radiación electromagnética de 180 nm. Calcula:

a) La frecuencia de la radiación.

b) La diferencia de energía interna entre los dos niveles electrónicos expresada en julios.

17) Cuando un átomo de hidrógeno se excita por la absorción de un fotón ultravioleta, el átomo puede emitir luz de diversas longitudes de onda que dependen de la forma en que el electrón regresa al estado fundamental. Considere por ejemplo los átomos de hidrógeno que absorbieron un fotón con longitud de onda ¿Qué longitudes de onda (distintas de 97.23 nm) pueden emitir estos átomos?