

Guía 1: Electrostatica

Problema 1:

- a) Calcular el cociente q/m entre la carga y la masa de dos partículas idénticas que se repelen electrostáticamente con la misma fuerza con que se atraen gravitatoriamente. Comparar el valor hallado con el cociente e/m para el electrón.

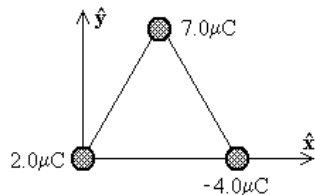
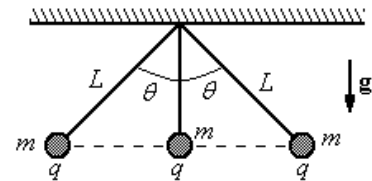
Datos: $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$; $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$; $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

- b) Calcular la fuerza gravitatoria entre dos esferas de 1 cm de diámetro, de cobre, separadas una distancia de 1 m. Si se retirara a cada esferita un electrón por átomo, ¿cuál sería la fuerza de repulsión electrostática entre ambas?

Datos: $\delta_{\text{Cu}} = 9 \text{ g/cm}^3$; $N_A = 6.02 \times 10^{23}$; $A_{\text{Cu}} = 63.5$.

Problema 2:

En la figura se muestran tres cargas puntuales idénticas, cada una de masa $m = 0.100 \text{ kg}$ y carga $+q$, colgadas de tres cuerdas. Si la longitud de las cuerdas izquierda y derecha es $L = 30 \text{ cm}$ y el ángulo $\theta = 45^\circ$, determine el valor de q sabiendo que el sistema se encuentra en equilibrio.

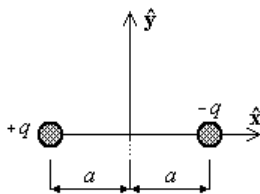
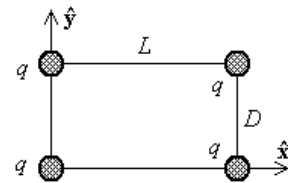


Problema 3:

Tres cargas puntuales están ubicadas en los vértices de un triángulo equilátero de 0.5 m de lado, como indica la figura. Calcule la fuerza eléctrica neta sobre la carga de $7 \mu\text{C}$.

Problema 4:

Cuatro cargas puntuales idénticas ($q = +10 \mu\text{C}$) se localizan en las esquinas de un rectángulo, como se indica en la figura. Las dimensiones del rectángulo son $L = 60 \text{ cm}$ y $D = 15 \text{ cm}$. Calcule la magnitud y dirección de la fuerza eléctrica neta ejercida sobre la carga en la esquina izquierda inferior por las otras tres cargas.



Problema 5:

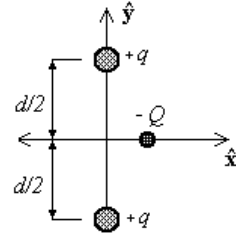
Un dipolo eléctrico puede suponerse compuesto por una carga positiva q y otra negativa $-q$ separadas una distancia $2a$, como se aprecia en la figura. Determine el campo eléctrico E debido a estas cargas a lo largo del eje y y en el punto $P = (0, y)$. Suponga que y es mucho mayor que a . Repita el cálculo para un punto sobre el eje x .

Problema 6:

Halle la fuerza neta sobre una carga q ubicada en el centro de un cuadrado de lado L , cuando se han colocado cargas $q, 2q, 4q$ y $2q$ en los cuatro vértices (en ese orden). Saque provecho de la simetría de la configuración de cargas para simplificar el cálculo.

Problema 7:

Dos cargas puntuales idénticas $+q$ están fijas en el espacio y separadas por una distancia d . Una tercera carga $-Q$ puede moverse libremente y se encuentra inicialmente en reposo donde muestra la figura, con coordenadas $(x,0)$, a igual distancia de ambas cargas $+q$. Muestre que si x es pequeña en relación con d , el movimiento de $-Q$ es armónico simple a lo largo de la recta que equidista de ambas cargas $+q$ y determine el período de ese movimiento.

**Problema 8:**

En dos vértices contiguos de un cuadrado de lado L se hallan dos cargas q . En los dos vértices restantes se colocan dos cargas $-q$. Determine, empleando razonamientos de simetría, cuál será la dirección y el sentido del campo eléctrico sobre los ejes perpendiculares a los lados del cuadrado por el punto medio de los mismos. Calcule el campo eléctrico sobre dichos ejes.

Problema 9:

Un hilo muy fino de longitud L está cargado uniformemente con una carga total Q . Calcule el campo eléctrico sobre el plano medio del hilo.

Problema 10:

Una corona circular de radios a y b tiene una densidad de carga uniforme σ .

- Hallar el campo eléctrico en su eje.
- Deducir del resultado anterior el campo eléctrico en el eje de un disco de radio b y luego el campo eléctrico de un plano, ambos cargados uniformemente. En cada caso estudie la continuidad del campo y obtenga el valor del “salto” en la discontinuidad.

Problema 11:

En cada uno de los casos siguientes determine, explotando la simetría de la configuración de cargas, cuál será la dirección del campo eléctrico y de cuáles coordenadas dependerán sus componentes. Utilizando el teorema de Gauss determine el campo eléctrico en todo el espacio, y a partir de éste calcule el potencial electrostático. Grafique las líneas de campo y las superficies equipotenciales.

- Un hilo delgado infinito con densidad lineal uniforme λ .
- Un cilindro circular infinito de radio R , cargado uniformemente en volumen con densidad ρ .
- Un plano infinito con densidad superficial de carga uniforme σ .
- Una esfera de radio R con densidad uniforme ρ .
- Una esfera de radio R con densidad de carga $\rho = A r^n$ ($A, n = \text{constantes}$)

Nota: Observe que en los tres primeros casos no se puede tomar el cero de potencial en el infinito ni se lo puede calcular mediante la integral:

$$V(\mathbf{r}) = k \int \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} d^3\mathbf{r}' + \text{constante}$$

ya que ella no está definida para esas distribuciones de carga.

Problema 12:

Calcule la integral definida en el problema anterior para la situación descrita en el Problema 9. Verifique que su gradiente es $-\mathbf{E}$. ¿Qué ocurre cuando la longitud del hilo se hace infinita?

Nota: Dado que estamos calculando el potencial sólo para puntos sobre un plano perpendicular al hilo y que pasa por el centro del mismo, el resultado no sirve para obtener la componente del campo eléctrico perpendicular a ese plano. Sin embargo, por simetría sabemos que esa componente debe ser nula.

Problema 13:

En ciertas condiciones, el campo eléctrico de la atmósfera apunta hacia la superficie de la Tierra. Sobre la superficie su valor es de 300 V/m, mientras que a 1400 m de altura, es de 20 V/m.

- Calcule la carga total contenida en un volumen cilíndrico vertical cuya base está sobre la superficie terrestre y su altura es de 1400 m. ¿Cuál es la carga media por unidad de volumen en esa región de la atmósfera? (Suponga que el problema es plano).
- En la atmósfera podemos encontrar iones negativos y positivos. Suponiendo que el valor absoluto de la carga de cada ion es $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, escriba la densidad de carga como función de n_- y n_+ (número de iones negativos y positivos por unidad de volumen).

Problema 14:

Una molécula de agua tiene su átomo de oxígeno en el origen y los núcleos de hidrógeno en $\mathbf{x} = (\pm 0.077 \text{ nm}; 0.058 \text{ nm})$. Si los electrones del hidrógeno se transfieren completamente al átomo de oxígeno, ¿cuál sería el momento dipolar de la molécula? Compare con el valor experimental (esta caracterización de los enlaces químicos del agua como totalmente iónicos sobrestima el momento dipolar).

Problema 15:

Un anillo de radio R está cargado uniformemente con una carga total $-q$. En el centro del mismo se coloca una carga puntual q .

- ¿Cuánto valen los momentos monopolar y dipolar? ¿Depende el momento dipolar del origen de coordenadas?
- Calcule el potencial y el campo eléctrico sobre el eje del anillo y estudie el comportamiento a distancias grandes.

Guía 2: Conductores, Capacidad, Condensadores, Dieléctricos, Polarización, Campos E y D.

Problema 1:

Dentro de un conductor hueco de forma arbitraria, se encuentra alojado un segundo conductor.

Se carga a uno de ellos con carga Q y al otro con carga Q' .

¿Sobre cuáles superficies se distribuyen las cargas?

¿Qué ocurre si ambos conductores se tocan?

Muestre que si $Q' = -Q$, entonces el campo exterior es nulo.

Problema 2:

Un conductor esférico, hueco y sin cargas tiene un radio interior a y otro exterior b . En el centro de la esfera se encuentra una carga puntual $+q$. ¿Cómo es la distribución de cargas? Calcule y grafique el campo eléctrico y el potencial en todos los puntos del espacio.

Problema 3:

En un campo eléctrico uniforme \vec{E}_0 se introduce un cuerpo conductor de forma arbitraria cargado con carga total Q .

- ¿Qué valor tiene la fuerza eléctrica que se ejerce sobre el cuerpo?
- Como consecuencia de la inducción de cargas sobre la superficie del conductor, el campo dejará de ser uniforme en la vecindad del cuerpo. Si se "congela" la distribución superficial de carga y se quita el campo externo, ¿cómo será el campo en el interior del cuerpo? Notar que al congelar la carga superficial, el cuerpo pierde las propiedades de un conductor.

Problema 4:

Calcular la capacidad de las siguientes configuraciones de conductores:

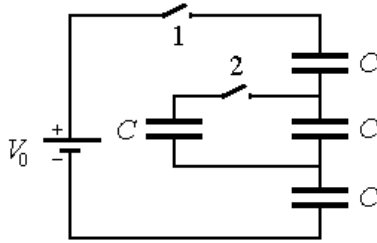
- una esfera de radio R en el vacío; determinar el valor de R que haga $C = 1$ pF.
- un condensador esférico de radio interior a y exterior b . Comparar con el resultado anterior para b muy grande.
- por unidad de longitud, para un condensador cilíndrico infinito de radios R_1 y R_2 .
- por unidad de área, para un condensador plano infinito; si la separación entre placas es de 1 mm, dar el valor del área para que $C = 1$ F.

Problema 5:

Una esfera conductora de radio a está rodeada por un casquete esférico, también conductor, de radio interior b y exterior c . Ambos conductores se encuentran unidos por un cable y su carga total es Q . En el espacio entre ambos se encuentra una superficie esférica de radio d ($a < d < b$), cargada con una densidad superficial de carga σ . Calcule el campo eléctrico en todo el espacio (considere que el cable no rompe la simetría esférica del problema).

Problema 6:

Un condensador de $1 \mu\text{F}$ soporta tensiones no mayores de 6 kV, y otro de $2 \mu\text{F}$, no superiores a 4 kV. ¿Qué tensión soportan si se los conecta en serie?

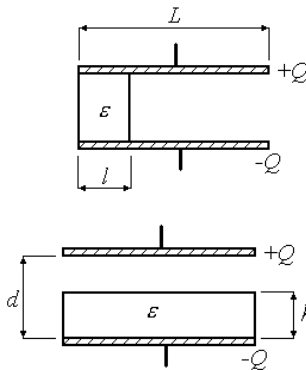
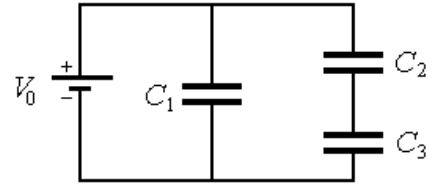
**Problema 7:**

Cuatro capacitores idénticos están conectados a una batería V_0 como se muestra en la figura. Al comenzar, la llave 1 está cerrada y la llave 2 está abierta. Luego de un tiempo muy largo se abre la llave 1 y se cierra la llave 2. ¿Cuál será la diferencia de potencial final entre los capacitores si la batería es de 9V?

Problema 8:

En el circuito de la figura:

- Calcule la capacidad equivalente que se observa desde la batería.
- Encuentre las cargas de cada condensador y calcule la energía del sistema.
- Se desconecta la batería. ¿Se redistribuyen las cargas?
- Si ahora agregamos un dieléctrico lineal de permitividad ϵ en el condensador C_1 , ¿cómo se redistribuyen las cargas? ¿Cuál es la energía del sistema? ¿Dónde está la energía que falta?

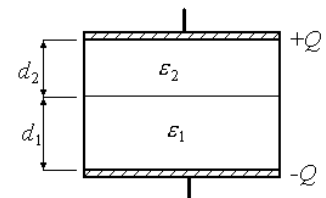
**Problema 9:**

Entre las placas de un capacitor plano de sección A se coloca un dieléctrico como muestra la figura de arriba. Posteriormente se carga hasta que adquiere una carga Q y se lo desconecta de la fuente.

- Determine el valor de la capacidad del sistema, la diferencia de potencial entre las placas y la energía acumulada en el capacitor.
- ¿Qué sucederá con la carga, la diferencia de potencial y la energía si se le retira el dieléctrico? ¿Y si no se hubiese desconectado la fuente?
- Repita los cálculos anteriores para el caso en que el dieléctrico se coloca como muestra la figura de abajo.

Problema 10:

Entre las placas de un capacitor plano se colocan dos materiales dieléctricos de constantes ϵ_1 y ϵ_2 como se muestra en la figura. Halle la capacidad, considerando que no existen cargas libres en la interfase entre los dieléctricos.

**Problema 11:**

Una esfera cargada uniformemente con carga Q fue instalada en el seno de un dieléctrico de constante dieléctrica ϵ . Determine la carga de polarización en la interfase entre el dieléctrico y la esfera.

Guía 3: Corrientes estacionarias, ley de Ohm, transferencia de potencia, conexiones de resistencias.

Problema 1:

Un cable de cobre (resistividad del Cu: $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$) de 2 mm de radio y 1 m de longitud se estira hasta cuadruplicar su longitud (las secciones inicial y final son uniformes).

- Calcular la resistencia antes y después del estiramiento, suponiendo que la resistividad no varía.
- Por el cable de cobre de 2 mm^2 de sección circula una corriente de 1 A. Si hay un electrón de conducción por cada átomo, encuentre la velocidad media de los electrones.

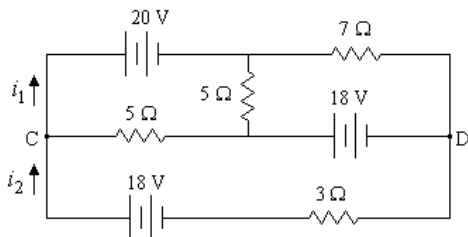
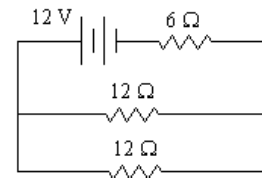
Datos: $\delta_{\text{Cu}} = 9 \text{ g/cm}^3$, $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $N_a = 6 \times 10^{23} / \text{mol}$, $A_{\text{Cu}} = 63.5$.

- Calcular la resistencia eléctrica de una plancha, una estufa de cuarzo, una lamparita eléctrica de 60 W y una lamparita de linterna.

Problema 2:

Para el circuito representado en la figura de la derecha:

- Calcular las corrientes de ramas y de mallas.
- Repetir después de cambiar una de las resistencias de 12Ω por una de 6Ω .
- Calcular la potencia disipada por cada resistencia y la entregada por la fuente en los puntos anteriores. Verificar que la condición para la máxima transferencia de potencia se cumple.
- Calcular el consumo en kWh luego de dos días de funcionamiento en los dos casos.



Problema 3:

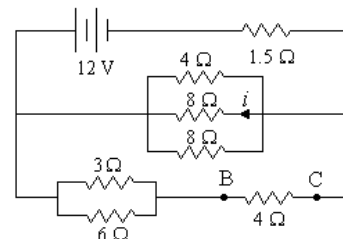
Para el circuito que muestra la figura de la izquierda, calcular:

- las corrientes i_1 e i_2 .
- la diferencia de potencial entre los puntos C y D.
- la potencia disipada por las resistencias de 5Ω .
- Se coloca un amperímetro en serie con la batería de 20 V. ¿Qué corriente mide si la resistencia interna del amperímetro es $R_a = 1 \Omega$?
- Repita el punto anterior pero ahora considerando que el amperímetro está en serie con la resistencia de 3Ω .
- Comparar los dos puntos anteriores con el primero.

Problema 4:

En el circuito de la figura calcular:

- la resistencia equivalente vista desde la fuente.
- la corriente i y la caída de potencial entre los puntos B y C.
- la potencia entregada por la fuente.



Guía 4: Magnetostática, Ley de Ampère, vectores B

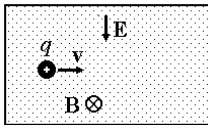
Problema 1:

Una partícula de carga q se mueve en un campo magnético uniforme \vec{B} con una velocidad \vec{v} perpendicular al campo.

- Calcule el radio de la órbita circular descrita. ¿Aumenta el módulo de la velocidad? ¿Por qué?
- Determine la frecuencia del movimiento circular descrito.
- ¿Qué sucede si la velocidad es paralela al campo magnético? ¿Y si tiene una componente paralela al campo y otra perpendicular?

Problema 2:

Una partícula de carga q entra, con una velocidad \vec{v} , en una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme \vec{E} de 80 kV/m dirigido hacia abajo, como se muestra en la figura. Perpendicular al campo eléctrico y a la velocidad de la partícula cargada, se halla un campo

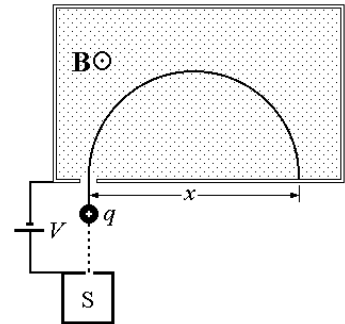


magnético \vec{B} de 0,4T. Si la rapidez de la partícula se escoge apropiadamente, ésta no sufrirá ninguna deflexión a causa de los campos perpendiculares. ¿Qué rapidez debe ser seleccionada en este caso? (Este dispositivo se llama selector de velocidades)

Problema 3:

La figura muestra un dispositivo empleado para la medición de la masa de los iones. Un ion de masa m y carga $+q$ sale esencialmente en reposo de la fuente S , cámara donde se produce la descarga de un gas. La diferencia de potencial V acelera el ion y se permite que entre en una región con un campo magnético perpendicular uniforme \vec{B} . Dentro del campo, el ion se mueve en semicírculo, chocando con una placa fotográfica a la distancia x de la rendija de entrada. Demuestre que la masa m del ion está dada por:

$$m = \frac{B^2 q}{8 \cdot V} x^2$$



Problema 4:

Calcule la fuerza por unidad de longitud entre dos cables paralelos por los que circula una corriente de 30A. La separación entre cables es de 2 cm. Estime hasta qué distancia por encima de los cables se verá afectada la indicación de una brújula. Considere los dos posibles sentidos de circulación de la corriente. (Suponga que la intensidad del campo magnético terrestre en el lugar es de 5×10^{-4} T y forma un ángulo de 30° con la vertical).

Problema 5:

- Calcule el campo magnético sobre el eje de una espira circular de área A y corriente I .
- Repita el cálculo para una espira cuadrada.
- Estudie y compare los comportamientos de ambos resultados para distancias grandes. Expréselos en función de los momentos magnéticos de las espiras.

Problema 6:

- Calcule el campo magnético sobre el eje de un solenoide de longitud L , con N vueltas devanadas densamente, por el que circula una corriente I .
- Estudie el comportamiento a grandes distancias y encuentre el valor del momento magnético del solenoide.
- Obtenga el límite de solenoide infinito.

- d) Suponga que el solenoide tiene 40 cm de largo, 10 cm de diámetro y el campo en el centro es de 3 T (éste es un campo muy intenso). Si el solenoide se encuentra en el subsuelo del pabellón I, ¿influirá en la medición del campo magnético terrestre que realizan los alumnos en el segundo piso?

Problema 7:

Calcule la fuerza sobre una aguja pequeña magnetizada con momento magnético m , colocada sobre el eje del solenoide finito del problema anterior. Expresé la fuerza en función de la distancia al centro del solenoide. Discuta el sentido de la fuerza en relación a los sentidos del momento magnético \vec{m} y el campo magnético \vec{B} .

Problema 8:

Dibuje cualitativamente las líneas de campo magnético correspondientes a dos cables rectilíneos infinitos y paralelos, que conducen sendas corrientes I de sentido contrario. Tenga en cuenta cuál debe ser el comportamiento del campo cerca y lejos de los cables.

Problema 9:

Aprovechando la simetría de la distribución de corrientes y usando la ley de Ampère, determine el vector campo magnético en los siguientes casos:

- un cable rectilíneo infinito por el que circula una corriente I .
- un cilindro infinito de radio R por el que circula una densidad de corriente uniforme \vec{j} .
- un solenoide infinito de n vueltas por unidad de longitud y corriente I (suponga que el devanado es suficientemente denso como para despreciar la componente longitudinal de los elementos de corriente).
- un plano infinito con densidad superficial de corriente \vec{g} uniforme.
- dos planos infinitos paralelos, separados una distancia d , con densidades de corriente uniformes \vec{g} y $-\vec{g}$.
- una lámina infinita de caras plano-paralelas y espesor d , con densidad de corriente \vec{j} uniforme.
- un toroide de radio interior a y radio exterior b , con un arrollamiento denso de N vueltas por el que circula una corriente I .

Guía 5: Corrientes Variables, ley de Faraday, ley de Lenz, coeficientes de inducción, energía magnética, períodos transitorios.

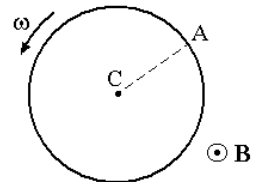
Problema 1:

Una espira circular de 1000 vueltas y 100 cm^2 de área está colocada en un campo magnético uniforme de 0.01 T y rota 10 veces por segundo en torno de uno de sus diámetros que es normal a la dirección del campo. Calcular:

- la f.e.m. inducida en la espira en función del tiempo t y, en particular, cuando su normal forma un ángulo de 45° con el campo.
- la f.e.m. máxima y mínima y los valores de t para que aparezcan estas f.e.m.

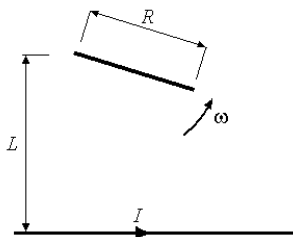
Problema 2:

En la figura se muestra un disco de Faraday, consistente en un disco de cobre de radio a cuyo eje es paralelo a un campo magnético uniforme \vec{B} . Si el disco rota con una velocidad angular ω , calcular la f.e.m. que aparece entre los puntos A y C.



Problema 3:

Los rieles de una vía están separados por 1.5 m y están aislados entre sí. Se conecta entre ellos un milivoltímetro. ¿Cuánto indica el instrumento cuando pasa un tren a 200 km/h ? (Considere que esto pasa en Francia o en Alemania donde tal fenómeno es posible). Suponer que la componente vertical del campo magnético de la Tierra mide allí $1.5 \times 10^{-5} \text{ T}$.



Problema 4:

Un cable rectilíneo muy largo conduce una corriente I de 1 A . A una distancia $L = 1 \text{ m}$ del cable se encuentra el extremo de una aguja de 40 cm de largo que gira en torno de ese extremo en el plano del cable, con una velocidad angular $\omega = 20\pi \text{ s}^{-1}$, como se muestra en la figura. Calcular la f.e.m. inducida en los extremos de la aguja como función del tiempo.

Problema 5:

Un solenoide tiene 1000 vueltas, 20 cm de diámetro y 40 cm de largo. En su centro se ubica otro solenoide de 100 vueltas, 4 cm de diámetro y espesor despreciable, cuya resistencia vale 50Ω . Si la corriente que circula por el solenoide exterior aumenta a razón de $0,5 \text{ A}$ cada 0.2 s , calcular la corriente que se induce en el solenoide interior, cuya autoinductancia es de $2,4 \text{ mH}$.

Problema 6:

Calcular la autoinductancia de:

- un solenoide infinito de radio R y n vueltas por unidad de longitud (expresar el resultado por unidad de longitud).
- un toroide con N vueltas, sección S y radio medio R , usando que la diferencia entre el radio exterior e interior es mucho menor que R .
- un solenoide de longitud L y radio R (suponga $R \ll L$), con N vueltas.

Problema 7:

Calcule la energía magnética por unidad de longitud para el cable coaxil del Problema 10 de la Guía 4. Utilizando la relación entre la energía y la autoinductancia, encuentre esta última.

Problema 8:

Dos cables rectilíneos paralelos de radio r , separados por una distancia d , pueden suponerse como un circuito que se cierra por el infinito. Encuentre la autoinductancia por unidad de longitud cuando $r \ll d$.

Problema 9:

Calcule M_{12} y M_{21} entre una espira circular de radio R y un solenoide finito de longitud L y radio r (suponga $r \ll L$ y $r \ll R$), dispuestos de tal forma que los centros y los ejes de ambos son coincidentes. Utilice las aproximaciones que crea necesarias y diga cuál de los dos resultados es más confiable cuando L es pequeño respecto a R .

Problema 10:

Dos bobinas están conectadas en serie a una distancia tal que la mitad del flujo de una de ellas atraviesa también la otra. Si la autoinducción de las bobinas es L , calcular la autoinducción del conjunto, suponiendo que las bobinas están conectadas de tal forma que los flujos se suman.

Problema 11:

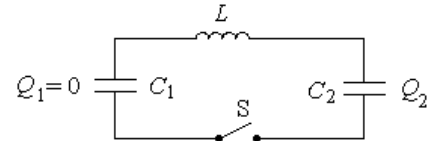
Un condensador de $3 \mu\text{F}$ se carga a 271.8 V y luego se descarga a través de una resistencia de $1\text{M}\Omega$. Calcular:

- el voltaje sobre el condensador luego de 3 segundos.
- el calor disipado en la resistencia durante la descarga completa del condensador. Comparar el valor obtenido con la energía almacenada en el condensador al comienzo de la descarga.

Problema 12:

La figura muestra las condiciones del circuito antes de $t=0$, instante en que se cierra la llave S. Calcular para todo $t > 0$:

- El voltaje sobre el condensador C_2 .
- La corriente.

**Problema 13:**

Una f.e.m. de 400 V se conecta en tiempo $t = 0$ a un circuito serie formado por una inductancia $L = 2 \text{ H}$, una resistencia $R = 20 \Omega$ y un capacitor $C = 8 \mu\text{F}$ inicialmente descargado.

- Demostrar que el proceso de carga es oscilatorio y calcular la frecuencia de las oscilaciones. Comparar esta frecuencia con el valor de $(LC)^{-1/2}$.
- Calcular la derivada temporal inicial de la corriente.
- Hallar, en forma aproximada, la máxima tensión sobre C .
- ¿Qué resistencia debe agregarse en serie para que el amortiguamiento del circuito sea crítico?