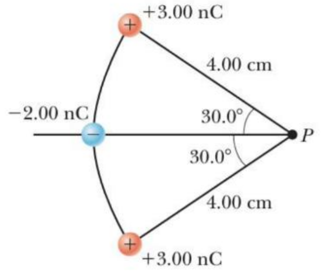
BLOQUE 1: ELECTRICIDAD

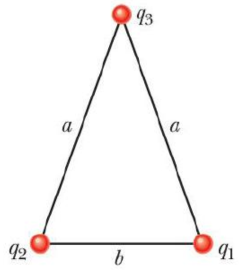
TEMA 1: ELECTROSTÁTICA EN EL VACÍO

CARGAS PUNTUALES

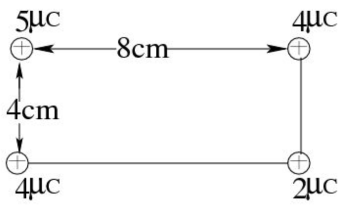
1. Tres cargas puntuales está situadas sobre un segmento circular tal como se muestra en la figura.
   a) ¿Cuál es el campo eléctrico en el centro del arco, *P*?
   b) ¿Cuál es la fuerza eléctrica que se ejercería sobre una partícula de carga -5 nC que se colocara en *P*?



2. Tres partículas de carga $q_1 = Q$, $q_2 = -2Q$ y $q_3 = 3Q$ están colocadas en los vértices de un triángulo isósceles, tal como indica la figura. Si $a = 5b/3$, calcular el trabajo que debe hacer un agente externo para:
   a) A partir de la situación de la figura, intercambiar las posiciones de las cargas q_1 y q_2.
   b) A partir de la situación de la figura, intercambiar las posiciones de las cargas q_1 y q_3.



3. Cuatro cargas están ubicadas en los vértices de un rectángulo como se ve en la figura. ¿Qué energía se requiere para llevar las dos cargas de 4 μC hasta el infinito?

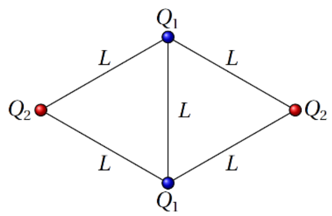


4. Tenemos un sistema formado por cuatro cargas puntuales fijas q_i distribuidas en el plano XY de la siguiente forma:

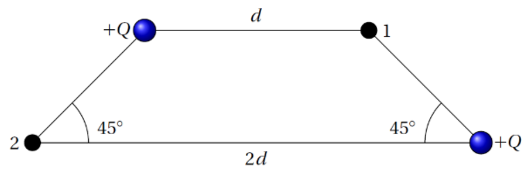
- Las cargas q_1 y q_2, ambas de valor $-Q$, se encuentran en los puntos $(0,a)$ y $(a,0)$, respectivamente.
- La carga q_3, de valor $+2Q$, se encuentra en el punto $(3a,3a)$.
- La carga q_4, de valor desconocido, se encuentra en el origen de coordenadas.

Calcular, en función exclusivamente de Q, el valor de q_4, sabiendo que la fuerza neta sobre la carga q_3 es cero.

5. La figura muestra cuatro cargas positivas, de valores Q_1 y Q_2, que se unen mediante cinco hilos de longitud L. Calcular:
   a) La tensión de cualquiera de los hilos.
   b) La energía potencial electrostática del sistema de cargas.

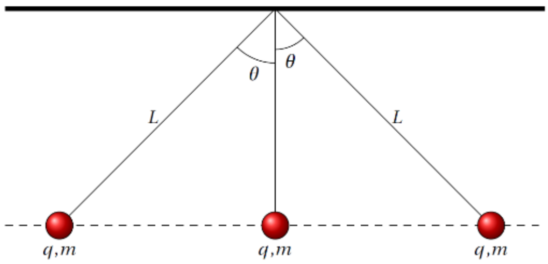


6. Dos cargas positivas de igual valor Q se encuentran en vértices opuestos del trapecio que muestra la figura. Calcular:

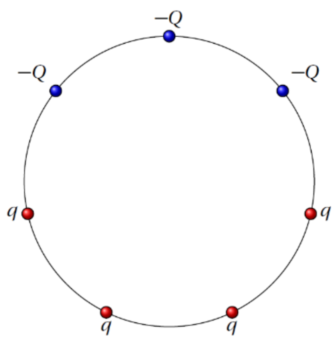


a) El campo eléctrico en los puntos 1 y 2.
b) El trabajo que hay que realizar contra el campo eléctrico para llevar una carga positiva q desde el infinito hasta el punto 1.
c) Se añade una carga de valor $+Q$ en cada uno de los puntos 1 y 2. Calcular la energía potencial electrostática del sistema de cargas.

7. Tres cargas puntuales idénticas, cada una de masa m y carga q, cuelgan de sendas cuerdas tal como muestra la figura, de modo que el sistema permanece estático. Calcular la longitud L en función de q, m y θ.

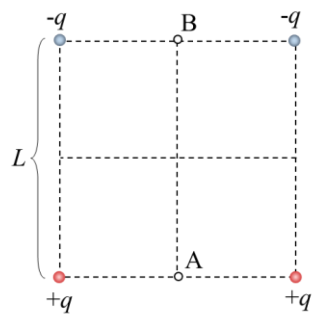


8. Un hilo circular aislante y sin carga, centrado en el origen y con radio R = 3 dm, posee siete cargas puntuales equiespaciadas ensartadas en él, tal como muestra la figura. La carga superior se encuentra en el punto de coordenadas (0,R). Calcular el campo eléctrico en el centro del círculo, teniendo en cuenta que Q = 5 mC y q = 4 mC.



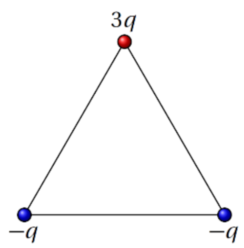
9. Cuatro cargas se colocan en las esquinas de un cuadrado de lado L = 2 cm, como muestra la figura. Si q = 5 nC, calcular:

a) El campo eléctrico en las posiciones A y B.
b) El potencial eléctrico en las posiciones A y B.
c) Si se coloca una carga de 10 C y masa de 200g en A, razonar por dónde saldría del cuadrado, y calcular con qué velocidad lo haría.



10. Dos cargas puntuales negativas -q se encuentran en los vértices de la base del triángulo equilátero de lado L que se muestra en la figura. Una carga positiva de valor +3q se coloca en el vértice opuesto del triángulo.

a) ¿Dónde debe colocarse una cuarta carga $\pm q$ para que el campo eléctrico se anule en el centro del triángulo?
b) Una vez situada la cuarta carga para que se cumpla la condición del apartado anterior, calcular la energía potencial electrostática del sistema de las cuatro cargas.



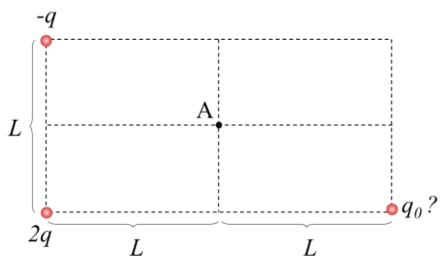
La cuarta carga puede ser positiva (+q) o negativa (-q), por lo que hay que tener en cuenta ambos casos.

11. En el sistema de cargas puntuales de la figura, donde L y q tienen valores conocidos, con $q>0$,

a) ¿Qué valor debe tener q_0 para que el campo eléctrico en el punto A (punto medio del rectángulo) vaya hacia la derecha?

b) ¿Cuánto valdría entonces el potencial eléctrico en el punto A?

c) ¿Cuánto valdría entonces la energía potencial eléctrica del sistema de cargas?



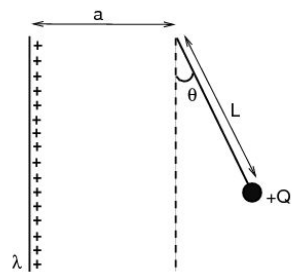
DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA. TEOREMA DE GAUSS

12. Dos hilos infinitos, con densidades de carga $+\lambda$ y $-\lambda$ están situados paralelos al eje Z en las posiciones ($x = a$, $y = 0$) y ($x = -a$, $y = 0$), respectivamente. Calcular el campo y el potencial eléctrico en un punto arbitrario de coordenadas (x,y,z). Tomar el origen de potenciales en el origen de coordenadas.

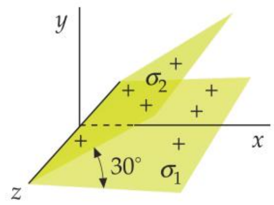
13. La bolita de la figura posee una masa m y está cargada con una cantidad de carga Q. Calcular en función de a, L, θ, Q y m:

a) La densidad lineal de carga, λ, del hilo;

b) La energía electrostática de la bolita (tomar para ello $V(a) = 0$).



14. Un plano infinito situado en el plano de coordenadas XZ posee una densidad de carga superficial uniforme $\sigma_1 = 65$ nC/m^2. Un segundo plano infinito, portador de una densidad de carga uniforme $\sigma_2 = 45$ nC/m^2, corta el plano XZ en el eje Z y forma un ángulo de 30º con el plano XZ, tal como indica la figura. Determinar el campo eléctrico en el plano XY en (a) $x = 6$ m, $y = 2$ m y (b) $x = 6$ m, $y = 5$ m.



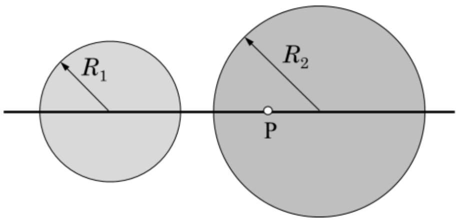
15. Dos esferas concéntricas sin carga tienen radios a y b, siendo $b > a$. La región entre ellas, es decir, $a \leq r \leq b$, se rellena con carga de densidad constante. En cualquier punto fuera de esa región, la densidad de carga es cero.

a) Encontrar el campo eléctrico para todos los puntos del espacio, expresándolo en función de la carga total Q.

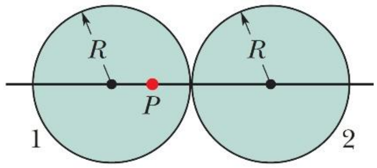
b) Comprobar si se obtienen los valores correctos en el caso $a \rightarrow 0$.

c) Calcular el potencial electrostático en cualquier punto del espacio.

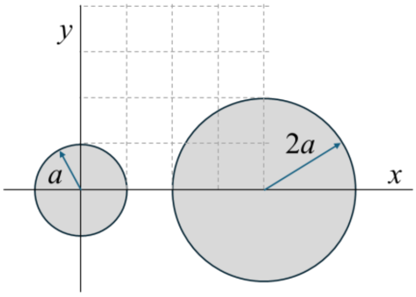
16. La figura muestra dos esferas sólidas con densidad volumétrica de carga uniforme. Los centros de las esferas están separados una distancia $2R_2$, con $R_2=3R_1/2$. El punto P se encuentra en una línea que une el centro de cada esfera, a una distancia $R_2/2$ respecto al centro de la esfera 2. Si la esfera 1 tiene carga Q y la esfera 2 tiene carga $-2Q$, calcular el campo eléctrico en el punto P.



17. La figura muestra dos esferas sólidas con densidad de carga uniforme. Cada una de las esferas tiene radio R. El punto P se encuentra en una línea que une el centro de cada esfera a una distancia $R/2$ respecto al centro de esfera 1. Si el campo eléctrico en el punto P es cero, ¿cuál es el cociente entre las cargas de cada esfera?



18. El eje de simetría de un cilindro no conductor de radio a, longitud infinita y carga por unidad de longitud λ coincide con el eje z. Un segundo cilindro no conductor, de radio $2a$, longitud infinita y paralelo al primer cilindro, posee una carga por unidad de longitud $-\lambda$ y su eje de simetría corta al plano xy en el punto de coordenadas $(4a,0)$. Calcular el vector campo eléctrico en los puntos $(2a,4a)$ y $(3a,0)$.

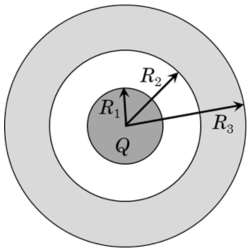


TEMA 2: ELECTROSTÁTICA EN LA MATERIA

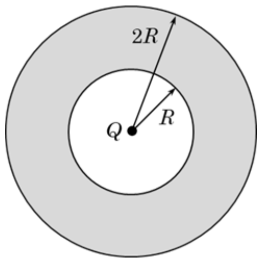
CARGA INDUCIDA

19. Un conductor esférico hueco descargado posee un radio interno a, un radio externo b. y una carga neta $+4q$. En el centro de la cavidad esférica existe una carga puntual $+q$.
   a) Determinar la carga existente en cada superficie del conductor.
   b) Determinar el potencial $V(r)$ en cualquier punto, suponiendo que $V = 0$ en el infinito.

20. Una esfera de radio $R_1=R$ tiene una carga Q distribuida uniformemente por todo su volumen. Rodeándola de forma concéntrica hay una corona esférica conductora de radio interior $R_2=2{,}5R$ y radio exterior $R_3=5R$. Calcular el campo eléctrico y el potencial en todas las regiones del espacio suponiendo que:
   a) La corona esférica tiene una carga neta $-2Q$
   b) La corona esférica está conectada a tierra



21. En el centro de la corona esférica conductora de la figura hay una carga puntual Q. Tomando el origen de coordenadas (0,0) en el centro, calcular el módulo del campo eléctrico y el potencial eléctrico en cualquier punto del espacio.



22. Dos esferas conductoras, una con el triple de radio que la otra, y separadas lo suficiente como para no afectarse entre sí, se hallan al mismo potencial V.
   a) ¿Cuál es la esfera con mayor carga? ¿Cuánto es (en porcentaje) la carga de una respecto a la de la otra?
   b) ¿Qué esfera tiene un mayor campo eléctrico en su superficie? ¿Cuánto es (en porcentaje) el campo de una respecto al de la otra?

23. Consideremos una esfera sólida conductora, rodeada de forma concéntrica por una cáscara esférica conductora. En la cáscara se ha depositado una carga -11Q. En la esfera interior hay un depósito de carga +4Q.

a) Dibujar un esquema describiendo cómo está distribuida la carga en ambas esferas.

b) Se conecta la cáscara exterior a tierra. Dibujar un nuevo esquema describiendo cómo está distribuida la carga en ambas esferas. Calcular el cociente entre el nuevo campo eléctrico entre las esferas y el del apartado a).

c) En las condiciones de a) se conecta un alambre entre ambas esferas. Dibujar un nuevo esquema describiendo cómo está distribuida la carga en ambas esferas. Calcular el cociente entre el nuevo campo eléctrico entre las esferas y el del apartado a).

DIELÉCTRICOS Y CONDENSADORES

24. Una esfera conductora cargada de radio R se pone en contacto con una esfera conductora sin carga de radio $3R/2$. Tras separar las esferas, la energía de la esfera de mayor radio es U. ¿Qué carga tenía la esfera de radio R antes del contacto con la otra?

25. Se introduce en el interior de un condensador plano, cargado a una tensión V_0, cuya distancia entre armaduras es d y el área de las placas es A, una placa de constante dieléctrica ε, de área igual a la de las placas del condensador y de espesor e. Hallar el cambio en la energía del condensador si las placas, al introducir el dieléctrico, se encuentran:

a) Cargadas y desconectadas de la fuente de alimentación.

b) Mantenidas a la tensión V_0.

26. Un condensador de placas planoparalelas, de área 1 dm^2, está conectado a una batería que suministra 300 V de fuerza electromotriz. Si entre las placas inicialmente hay aire, con rigidez dieléctrica de 3 kV/mm:

a) ¿Cuál es la distancia de separación mínima a la que se pueden poner las placas sin que aparezca ruptura dieléctrica?

b) ¿Cuál será la capacidad correspondiente del condensador?

c) ¿Puedo conseguir un valor mayor de capacidad variando la distancia de separación entre las placas?

d) Si las placas se colocan a 1 mm de separación, y además se rellena el espacio entre ellas con un dieléctrico de $\varepsilon_r = 1,5$, ¿cuál es la densidad de cargas ligadas en el dieléctrico?

e) ¿Cuál es la diferencia de energía del condensador entre los casos a) y d)?

27. Queremos construir un condensador plano utilizando vidrio como dieléctrico ($\varepsilon_r = 50$) teniendo que soportar un voltaje de 5×10^4 V. Calcular:

a) El espesor mínimo que debe tener la placa de vidrio para que no se perfore (rigidez del vidrio: 50 MV/m).

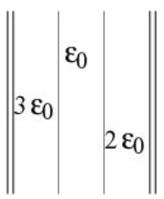
b) La energía por unidad de volumen máxima que puede almacenar el condensador así construido.

28. Un condensador plano está construido con dos láminas cuadradas de lado L y espesor d. Se cargan sus armaduras con una carga Q_0 y se desconecta de la fuente de alimentación. A continuación, y sin descargarlo, se llena el espacio entre sus láminas con dieléctrico de constante dieléctrica relativa ε_r. Calcular:

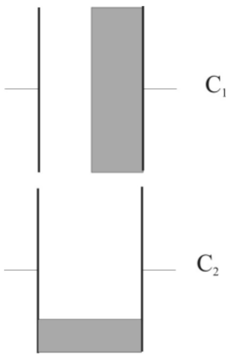
a) La variación de energía potencial electrostática en el proceso.

b) La fuerza media que ejerce la placa sobre el dieléctrico al introducirlo.

29. Dos placas conductoras paralelas e infinitas están separadas una distancia d. El espacio que hay entre ellas está ocupado por tres capas de dieléctricos, cada una de ellas de espesor $d/3$ y permitividades $3\varepsilon_0$, ε_0 y $2\varepsilon_0$, respectivamente. Calcular el campo eléctrico y las cargas de polarización cuando se aplica una diferencia de potencial V_0 entre las placas.



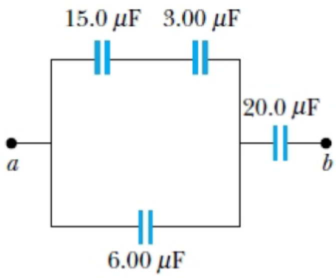
30. El área y la separación entre las placas de los dos condensadores que se muestran en la figura son idénticas. La mitad de la región entre las placas del condensador C_1 se llena con un dieléctrico de permitividad ε, tal como indica la figura.



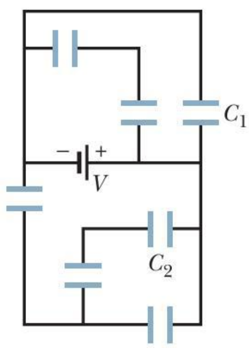
a) ¿Qué fracción del volumen del condensador C_2 debe llenarse con el mismo material de la manera indicada en la figura, de modo que los dos condensadores tengan igual capacidad?
b) Los dos condensadores se cargan, conectándolos en paralelo a una fuente que proporciona una diferencia de potencial V_0. ¿Cuál es la energía almacenada en cada condensador?
c) A continuación se desconecta la fuente y se extrae el dieléctrico de C_2. ¿Cuál es la energía final de cada condensador?

31. Dos condensadores planoparalelos idénticos, con capacidad C, se conectan en paralelo a una batería de tensión V_0. Tras cargarse, se desconecta la batería de los condensadores, que siguen en paralelo, y se duplica la separación entre las placas de uno de los condensadores. ¿Cuál es la carga de cada condensador?

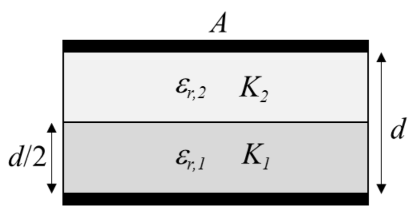
32. Cuatro condensadores están conectados como se muestra en la figura. Calcular la carga de cada uno de los condensadores si $V_{ab} = 114$ V.



33. La figura muestra una batería de 10 V y siete condensadores descargados de 10 μF. Calcular la carga en los condensadores C_1 y C_2.

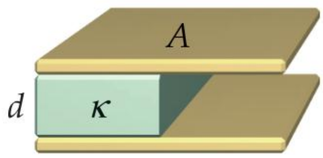


34. Un condensador plano-paralelo tiene electrodos de superficie A y separados una distancia d, conectados a una fuente de alimentación que mantiene entre ellos una diferencia de potencial V. En su interior hay dos dieléctricos diferentes, colocados tal como se indica en la figura. Se conocen las constantes dieléctricas relativas de los dieléctricos ε_r, y su rigidez dieléctrica, K. Obtener:



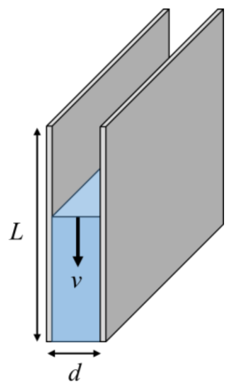
a) La capacidad del condensador.
b) El campo electrostático en todas las partes del condensador.
c) La densidad superficial de carga ligada en todas las superficies donde haya carga ligada.
d) El valor máximo del potencial V que puede haber sin que haya ruptura dieléctrica.
e) Si los dieléctricos se introdujeron en el condensador mientras estaba conectado a la fuente, calcular el trabajo que fue necesario para realizar el proceso.

35. Un condensador plano de placas de área A y separación d se carga hasta una diferencia de potencial V y luego se separa de la fuente de carga. A continuación, se inserta una lámina dieléctrica de permitividad relativa 2, espesor d y área $A/2$. Supongamos que σ_1 es la densidad de carga libre en la superficie conductor-dieléctrico y σ_2 la densidad de carga libre en la superficie conductor-aire.

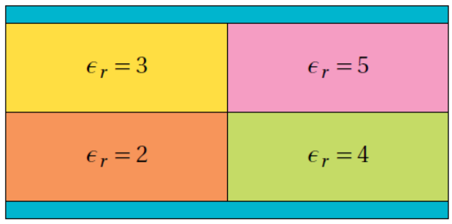


a) Calcular el cociente entre el campo eléctrico en el interior del dieléctrico y en el espacio libre entre las placas.
b) Calcular el cociente σ_2/σ_1.
c) Calcular la capacidad del condensador y la diferencia de potencial entre sus placas.

36. Un condensador plano-paralelo tiene electrodos cuadrados de lado L separados una distancia $d = L/100$ y conectados a una fuente de alimentación que mantiene entre ellos una diferencia de potencial V. En su interior hay un líquido con constante dieléctrica relativa $\varepsilon_r = 2$. El líquido se va perdiendo de manera que su nivel decrece con velocidad v, tal como se muestra en la figura. Obtener la capacidad $C(t)$ y la carga $Q(t)$ del condensador en función del tiempo.



37. La figura muestra la sección transversal de un condensador de placas plano-paralelas cargado con una carga Q. Todos los dieléctricos tienen la misma forma y tamaño. Si la capacidad del condensador sin dieléctricos es C_0, calcular:



a) La capacidad del condensador
b) El trabajo necesario para extraer totalmente todos los dieléctricos si el condensador permanece aislado

38. Un cable coaxial de 25 cm de largo está formado por un conductor cilíndrico macizo de radio 1 mm y un tubo conductor de radio interior 4 mm que están separados por un dieléctrico de permitividad relativa 4, llenando completamente el espacio entre ellos. Cada uno de los cables contiene cargas iguales y opuestas de valor 0,2 mC. Determinar:
a) Las densidades superficiales de carga de polarización en el dieléctrico.
b) La diferencia de potencial entre los hilos.
c) La capacidad por unidad de longitud del cable.

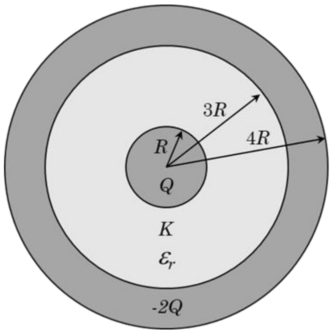
39. Un condensador cilíndrico consiste en dos cilindros metálicos coaxiales de radios a y $3a$, y longitud L. La diferencia de potencial entre sus armaduras es $V_0 = 360$ V, siendo la armadura exterior la que está a mayor potencial.
a) Calcular el campo eléctrico en el interior del condensador. Suponer para ello que el condensador es muy largo.
b) Si un electrón se introduce en reposo justo a una distancia $2a$ del eje de los cilindros, ¿cuál será su velocidad cuando impacte con el cilindro interior?

Dato: $|q_e/m_e| = 1{,}7588\times10^{11}$ C/kg

40. Un cable coaxial muy largo consiste en un cilindro de radio R con densidad volumétrica de carga uniforme ρ, y una corteza cilíndrica de espesor despreciable con radio $2R$ y una densidad superficial de carga uniforme de valor desconocido.

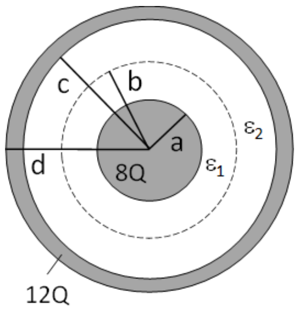
a) Calcular el valor de la densidad superficial de carga si el campo en el exterior del cable es nulo.
b) Si se llena el espacio entre el cilindro interior y la corteza cilíndrica con un dieléctrico de permitividad relativa ε_r=3, ¿cómo cambiará el campo en el exterior del cable?
c) Razonar si el sistema puede o no considerarse un condensador.

41. Un conductor esférico de radio R tiene una carga Q. Está rodeado por una corteza esférica conductora, de radio interior $3R$ y radio exterior $4R$, que tiene una carga neta $-2Q$. El espacio entre los dos conductores está ocupado por un dieléctrico de constante dieléctrica relativa ε_r, y una rigidez dieléctrica K.



a) Calcular el campo electrostático en todos los puntos del espacio.
b) Determinar la diferencia de potencial electrostático entre los dos conductores.
c) Obtener la densidad superficial de carga ligada en las superficies del dieléctrico.
d) ¿Cuál es el valor máximo de la carga neta que puede haber en el conductor interior, sin que haya ruptura dieléctrica?
e) ¿Cómo podríamos conseguir que este sistema se convierta en un condensador? ¿Cuál sería, en ese caso, su capacidad?

42. Un conductor esférico de radio a posee una carga $8Q$ y está rodeado por una cáscara conductora esférica de radio interior c y radio exterior d. Esta cáscara conductora posee una carga neta $12Q$. El espacio entre los dos conductores está ocupado por dos dieléctricos de permeabilidades totales ε_1 y ε_2 respectivamente. El dieléctrico 1 tiene un radio interior a y un radio exterior b, mientras que el dieléctrico 2 tiene radio interior b y radio exterior c, tal como se observa en la figura. Obtener:

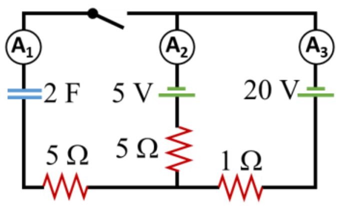


a) El campo electrostático en todos los puntos del espacio.
b) Si el origen de potencial electrostático se toma en los puntos de la superficie de radio $r = d$, obtener el potencial electrostático en todos los puntos con radio $a \leq r \leq d$.
c) Calcular la carga libre en la cara exterior de la cáscara conductora.
d) Calcular la densidad superficial de carga en las dos superficies del dieléctrico de radio $r = a$.

TEMA 3: CORRIENTE ELÉCTRICA

<u>CIRCUITOS RC. LEYES DE KIRCHHOFF</u>

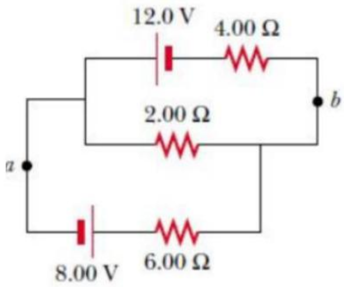
43. En el circuito de la figura el condensador está descargado.



a) Calcular la corriente que pasará por los amperímetros A_1, A_2 y A_3 justo tras cerrar el interruptor.
b) Calcular la energía del condensador al cabo de un tiempo muy largo.

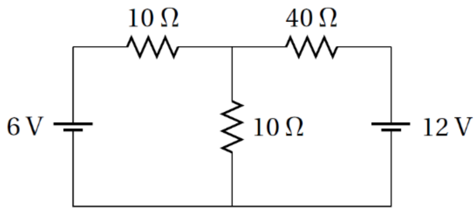
44. En el circuito de la figura, calcular:

a) La corriente que circula por cada resistencia.
b) La diferencia de potencial entre *a* y *b*.
c) Realizar un balance entre la potencia suministrada o consumida en las fuentes y la potencia disipada en las resistencias.

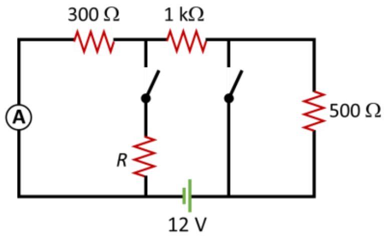


45. En el circuito de la figura:

d) Calcular la intensidad que circula por cada rama, indicando además su sentido.
e) Indicar cuáles de las fuentes suministran potencia y cuáles la consumen, calculando en cada caso el valor de dicha potencia. Asimismo, calcular la potencia disipada en cada resistencia. Finalmente, comprobar que la potencia generada es igual a la potencia consumida.

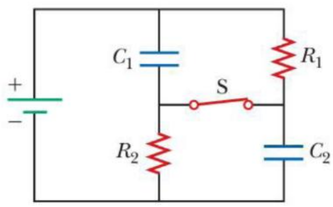


46. En el circuito indicado en la figura, la lectura del amperímetro es la misma cuando ambos interruptores están abiertos que cuando están cerrados. Hallar la resistencia *R*.

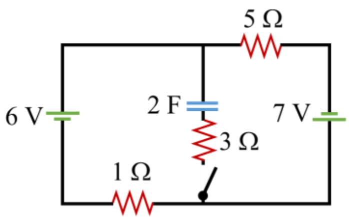


47. En el circuito de la figura el interruptor S ha estado cerrado mucho tiempo, $C_1 = 3\ \mu F$, $C_2 = 6\ \mu F$, $R_1 = 4\ k\Omega$ y $R_2 = 7\ k\Omega$.

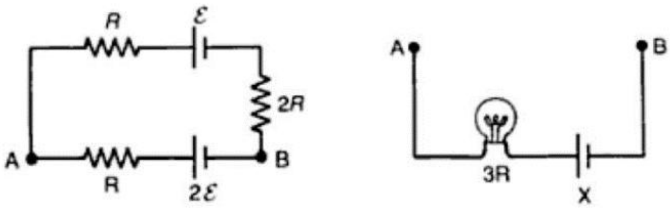
a) Calcular la carga del condensador 1.
b) Si se abre el interruptor S y se espera a que las corrientes dejen de variar con el tiempo, ¿cuánto habrá cambiado la carga del condensador 2?



48. En el circuito de la figura, cuando ha pasado un tiempo muy largo tras cerrar el interruptor, calcular la energía almacenada en el condensador y la potencia disipada en cada una de las resistencias.



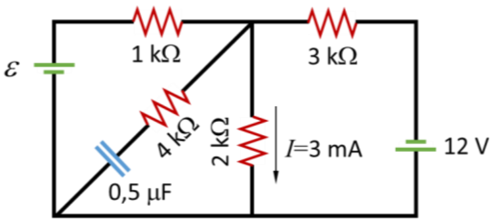
49. Una bombilla y una batería (circuito de la derecha) se van a conectar a los puntos A y B del circuito de la izquierda. ¿Cuál debe ser la fuerza electromotriz X para que la bombilla no se encienda?



50. En el circuito de la figura las corrientes no varían con el tiempo. Además, se conoce el valor y el sentido de la corriente que pasa por la rama central, indicada en el diagrama. Calcular:

a) El valor de la fuerza electromotriz ε.

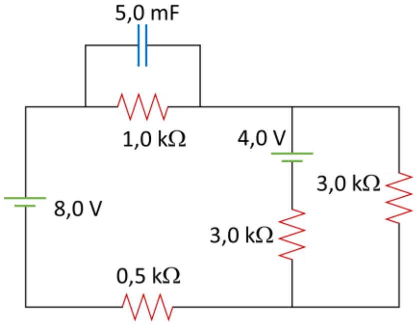
b) La energía del condensador.



51. En el circuito de la figura:

a) Calcular la carga que adquiere el condensador del circuito de la figura cuando se llega al estado estacionario.

b) Realizar un balance entre la potencia suministrada o consumida en las fuentes y la potencia disipada en las resistencias



52. En el circuito indicado en la figura, el condensador se halla inicialmente cargado, y el interruptor cerrado. En esas condiciones, el amperímetro marca una lectura constante de 2 mA.

a) Calcular la potencia disipada en cada resistencia del circuito, así como el valor de la fuerza electromotriz ε.

Se abre el interruptor. Calcular para ese instante:

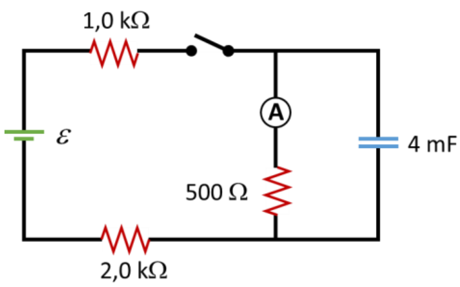
b) La lectura del amperímetro.

c) La energía del condensador y su carga.

Una vez se llega al estado estacionario, se cierra de nuevo el interruptor. Calcular para ese instante:

d) La lectura del amperímetro.

e) La energía del condensador y su carga.



53. En el circuito de la figura, calcular el valor de R para que la lectura de ambos amperímetros sea la misma. ¿Cuál sería esa lectura?