

Capítulo 16

CARGA ELÉCTRICA FUERZA ELÉCTRICA

CARGA ELÉCTRICA

Es aquella propiedad de la materia por la cual protones y electrones interactúan atrayéndose o repeliéndose, en cambio los neutrones carecen de ésta propiedad, se dice que son partículas neutras.

$$\Rightarrow |q_{e-}| = |q_{p+}| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad \{\text{Carga elemental}\}$$

LA CARGA ELÉCTRICA ESTÁ CUANTIZADA

Cuando transferimos carga eléctrica de un objeto a otro, la transferencia no puede efectuarse en unidades arbitrariamente pequeñas. En otras palabras, el flujo de carga como corriente no es continuo, sino que consta de elementos discretos. Los experimentos demuestran que la carga eléctrica siempre existe sólo en cantidades que son múltiplos enteros de cierta magnitud elemental de carga e . Es decir,

$$q = n|e^-| \quad n=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

donde

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

La carga elemental e es una de las constantes fundamentales de la naturaleza.

PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA CARGA ELÉCTRICA

En todo sistema cerrado la carga neta del sistema permanece constante, sin importar que tipo de proceso ocurra dentro del sistema (mecánico químico, nuclear, etc). La carga neta viene a ser la suma algebraica de las cargas de los componentes del sistema.

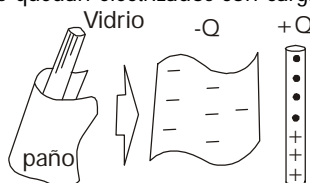
$$Q_{\text{neta}} = \sum q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots = \text{constante}$$

ELECTRIZACIÓN

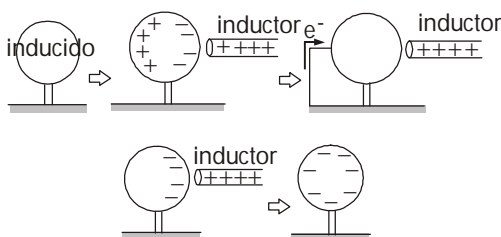
Es aquel proceso por el cual los cuerpos adquieren una carga neta, los cuerpos que poseen exceso de electrones están electrizados negativamente y los que tenga déficit de electrones se hallan electrizados positivamente.

MÉTODOS DE ELECTRIZACIÓN

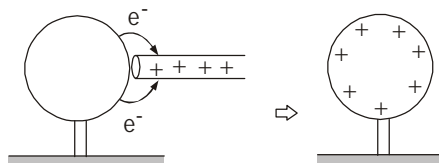
1. **Por Frotamiento:** cuando dos cuerpos adecuados se frotan vigorosamente uno de ellos cede y el otro gana electrones, de tal forma que al final los dos objetos quedan electrizados con cargas de igual valor y signo contrario.



2. **Por Inducción:** este procedimiento de electrización requiere de un objeto conductor neutro y aislado (el inducido), y de otro objeto previamente cargado (el inductor); el inductor es acercado al inducido sin tocarlo, verificándose que el inducido experimentará separación de cargas, entonces éste es conectado a tierra por un alambre conductor por el cual subirán o bajarán electrones tal que el inducido adquirirá una carga de signo contrario al del inductor, finalmente el inductor es alejado del inducido que ya está cargado.

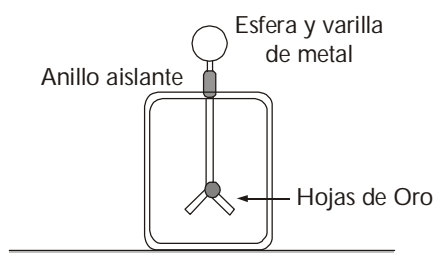


3. **Por contacto:** en este caso el inductor toca al inducido de tal forma que entre ellos ocurre una transferencia de electrones, luego de la separación se observa que el inducido adquirirá una carga de igual signo que el inductor.



ELECTROSCOPIO

Este dispositivo se utiliza en los laboratorios para detectar la presencia de cuerpos cargados y también para comparar el valor relativo de dos cargas, este instrumento no puede indicarnos el signo de la carga presente; está constituido por los siguientes elementos:



Cuando un cuerpo cargado se acerca a la esfera del electroscopio, por inducción, las hojas de oro se electrizan con cargas de igual signo y por repulsión se separan formando cierto ángulo que dependerá de la magnitud de la carga del cuerpo acercado.

CARGA PUNTUAL: Se denomina así a los cuerpos electrizados cuyo tamaño geométrico es despreciable en comparación con la distancia a otros cuerpos cargados.

LEY CUALITATIVA DE LAS CARGAS

Se verifica experimentalmente que las cargas de la misma naturaleza (igual signo), se repelen y las de distinta naturaleza (diferente signo), se atraen.

LEY CUANTITATIVA DE LAS CARGAS (LEY DE COULOMB)

LEY DE COULOMB

Hasta ahora, en este capítulo, hemos establecido que existen dos clases de carga eléctrica y que las cargas ejercen fuerza una sobre otra. Ahora nuestro objetivo es entender la naturaleza de esta fuerza.

Los primeros experimentos cuantitativos exitosos con que se estudió la fuerza entre cargas eléctricas fueron realizados por Charles Augustin Coulomb (1736-1806), quien midió las atracciones y repulsiones eléctricas deduciendo la ley que las rige. Los experimentos de Coulomb y de sus contemporáneos demostraron que la fuerza eléctrica ejercida por un cuerpo cargado sobre otro depende directamente del producto de sus magnitudes e inversamente del cuadrado de su separación. En otras palabras,

$$F \propto \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

Aquí, F es la magnitud de la fuerza mutua que opera sobre las dos cargas q_1 y q_2 , y r la distancia entre sus centros. La fuerza en una carga debido a la otra actúa en la línea que las conecta. Tal como se establece la tercera ley de Newton, la fuerza ejercida por q_1 sobre q_2 tiene la misma magnitud pero dirección opuesta a la fuerza ejercida por q_2 sobre q_1 , a pesar de que la magnitud de las cargas puede ser distinta.

Para convertir la proporcionalidad anterior en una ecuación, se introduce una constante de proporcionalidad K , que llamaremos constante de Coulomb. Para la fuerza entre las cargas, obtenemos así:

$$F = K \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

Esta ecuación es conocida como *ley de Coulomb*, generalmente se cumple exclusivamente con objetos cargados cuyo tamaño es mucho menor que la distancia entre ellos. A menudo se dice que esta ecuación se aplica sólo a cargas puntuales. En el Sistema Internacional de Unidades, la constante K se expresa de la siguiente manera:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Aunque la selección de esta forma de la constante K parece hacer innecesariamente compleja la ley de Coulomb, pero termina por simplificar las fórmulas del electromagnetismo que se emplean más que la ley.

La constante ϵ_0 , que se conoce como constante eléctrica (o permitividad), tiene un valor que depende del valor de la velocidad de la luz. Su valor exacto es:

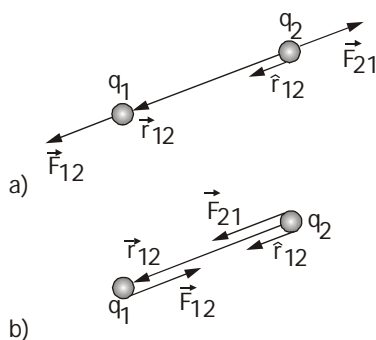
$$\epsilon_0 = 8,85418781762 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N m}^2$$

La constante de Coulomb K tiene el valor correspondiente:

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$$

Con esta selección de la constante K, la ley de Coulomb puede escribirse así:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$



a) Dos cargas puntuales q_1 y q_2 del mismo signo ejercen fuerzas iguales y opuestas de repulsión una sobre otra. El vector \vec{r}_{12} sitúa q_1 en relación con q_2 , y el vector unitario \hat{r}_{12} señala en la dirección de \vec{r}_{12} . Nótese que \vec{F}_{12} es paralelo a \vec{r}_{12} . b) Ahora las dos cargas tienen signos opuestos y la fuerza es de atracción. Adviértase que \vec{F}_{12} es antiparalela a \vec{r}_{12} .

La forma vectorial de la ley de Coulomb es útil porque contiene la información direccional alrededor de \vec{F} e indica si la fuerza atrae o repele.

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14} + \dots$$

Esta ecuación es la representación matemática del principio de superposición aplicado a las fuerzas eléctricas. Establece que la fuerza que opera sobre una carga debido a otra no depende de la presencia o ausencia de otras cargas; por tanto, puede calcularse por separado en cada par de cargas y luego servirse de su suma vectorial para obtener la fuerza neta en cualquiera de ellas.

DISTRIBUCIONES CONTINUAS DE CARGA

Hasta ahora hemos visto cómo calcular las fuerzas debidas a cargas puntuales. Pero en muchas aplicaciones las fuerzas son ejercidas por objetos cargados, como varillas, placas o sólidos. Para simplificar la exposición supondremos que los objetos son aislantes y que la carga se esparce por su superficie, o volumen.

* En algunas situaciones, las cargas se distribuyen en una dimensión. En este caso expresamos la densidad lineal de carga (carga por unidad de longitud). λ , cuya unidad básica es C/m.

$$\lambda = \frac{q}{L}$$

De modo que una carga total "q" se distribuya uniformemente por su longitud L.

* En otros casos la carga podría estar distribuida en una superficie bidimensional. En este caso, la densidad superficial de carga (carga por unidad de superficie) " σ ", medida en la unidad de C/m² del SI. Entonces "q" se distribuye uniformemente en un área de superficie A.

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

La carga también podría distribuirse en todo el volumen de un objeto tridimensional. En tal caso se utiliza la densidad volumétrica de carga (carga por unidad de volumen), ρ cuya unidad es C/m³ en el SI. Entonces:

$$\rho = \frac{q}{V}$$

"q" se distribuye uniformemente en todo el volumen V.

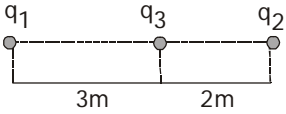
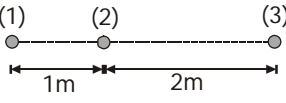
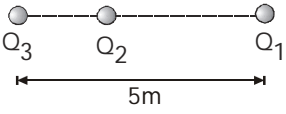
UN CASO ESPECIAL

Existe un caso especial en el cual una distribución de carga continua puede tratarse como carga puntual, lo cual permite aplicar la ley de Coulomb en su forma de carga puntual. Se presenta cuando la carga se distribuye con simetría esférica. Dicho de otra manera, la densidad de carga volumétrica puede variar con el radio, pero la densidad es uniforme en un cascarón delgado sin importar su radio.

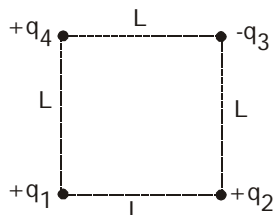
Un cascarón esférico de carga uniforme no ejerce fuerza electrostática sobre una carga puntual ubicada en cualquier parte del interior del cascarón.

Un cascarón esférico uniformemente cargado ejerce fuerza electrostática sobre una carga puntual ubicada fuera de dicho cascarón, como si la carga entera del cascarón estuviese concentrada en una carga puntual en su centro.

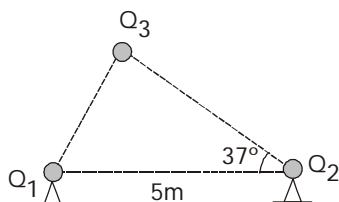
EJERCICIOS PROPUESTOS

01. Frotando una varilla de vidrio ésta adquiere una carga de $3\mu\text{C}$. ¿Qué cantidad de electrones perdió el vidrio?
- a) $6,25 \cdot 10^{18}$ b) $12,4 \cdot 10^{18}$
 c) $1,875 \cdot 10^{13}$ d) $2,425 \cdot 10^{20}$
 e) $2,4 \cdot 10^{18}$
02. Al frotar una varilla de caucho ésta adquiere una carga de $-8\mu\text{C}$. ¿Qué cantidad de electrones gana?
- a) $1,6 \cdot 10^{16}$ b) $50 \cdot 10^{-15}$ c) $5 \cdot 10^{13}$
 d) $12,8 \cdot 10^{-13}$ e) $16 \cdot 10^{15}$
03. Una partícula inicialmente cargada con $20\mu\text{C}$, gana por frotamiento $2 \cdot 10^{14}$ electrones. ¿Cuál es la carga final?
- a) $52\mu\text{C}$ b) $40\mu\text{C}$ c) $0\mu\text{C}$
 d) $-12\mu\text{C}$ e) $-52\mu\text{C}$
04. Una sustancia tenía una carga eléctrica de -10^{-4}C , y pierde, por frotamiento $5 \cdot 10^{15}$ electrones. ¿Cuál es su carga final?
- a) $500\mu\text{C}$ b) $600\mu\text{C}$ c) $700\mu\text{C}$
 d) $-900\mu\text{C}$ e) $-700\mu\text{C}$
05. Sea e^- la magnitud de la carga elemental; se tienen 2 esferas conductoras (A) y (B) de igual tamaño, y con cargas iniciales de: $q_A = +60e^-$ y $q_B = -42e^-$; se tocan por un tiempo y se separan. ¿Cuántos electrones ganó y perdió la esfera (A) hasta el equilibrio eléctrico?
- a) Perdió 51 electrones.
 b) Ganó 51 electrones.
 c) Ganó 69 electrones.
 d) Perdió 69 electrones.
 e) Ganó 33 electrones.
06. Al poner en contacto dos cargas puntuales con $+50\mu\text{C}$ y $-82\mu\text{C}$ respectivamente, existe un reordenamiento de cargas. Determinar el número de electrones que ganó o perdió el cuerpo que estaba cargado con $+50\mu\text{C}$
- a) 10^{-19} b) $16 \cdot 10^{20}$ c) 10^{19}
 d) 10^{20} e) $1,6 \cdot 10^{-19}$
07. Dos partículas cargadas se atraen entre sí con una fuerza F . Si la carga de una de ellas se duplica y la distancia entre ellas también se duplica, entonces la nueva fuerza será:
- a) $F/2$ b) $2F$ c) $F/4$
 d) $4F$ e) F
08. Dos cargas puntuales se repelen con una fuerza de 5N . Si una de las cargas se duplica y la distancia se reduce a la mitad. Hallar la variación de la fuerza que sufren las cargas.
- a) 15N b) 20N c) 35N
 d) 40N e) 55N
09. En el gráfico mostrado, calcular la fuerza resultante sobre la carga q_3 . $q_1 = q_2 = q_3 = 10^{-4}\text{C}$.
- 
- a) $7,5\text{N}$ b) 10N c) $12,5\text{N}$
 d) 15N e) $17,5\text{N}$
10. Calcular la fuerza electrostática resultante que actúa sobre la esfera (3).
- $q_1 = +150\mu\text{C}$; $q_2 = +40\mu\text{C}$; $q_3 = -60\mu\text{C}$
- 
- a) $7,2\text{N}$ b) $3,6\text{N}$ c) $1,3\text{N}$
 d) $14,4\text{N}$ e) $28,5\text{N}$
11. De la figura. Calcular a qué distancia de Q_1 una carga Q_2 no experimenta fuerza resultante. Si: $Q_1 = +4 \cdot 10^{-4}\text{C}$; $Q_3 = +9 \cdot 10^{-4}\text{C}$
- 
- a) 1m b) 2m c) 3m
 d) 4m e) $2,5\text{m}$
12. Determinar la posición de una carga situada en la línea que pasa por dos cargas puntuales de $+50\mu\text{C}$ y $-18\mu\text{C}$. Separadas 40cm ; de tal manera que todo el sistema se encuentre en equilibrio. (Dar como respuesta la distancia a la carga positiva).
- a) 60cm b) 80cm c) 30cm
 d) 40cm e) 100cm

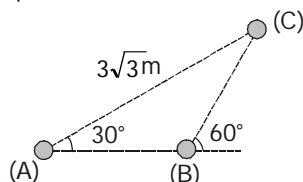
13. Hallar la fuerza eléctrica resultante sobre " q_1 ". Si los valores de las cargas son: $q_1=q_2=q_3=q_4=4/3 \cdot 10^{-9}\text{C}$. La figura es un cuadrado de lado $L=2\text{cm}$.



- a) $7,66 \cdot 10^{-5}\text{ N}$ b) $3,66 \cdot 10^{-5}\text{ N}$
 c) $1,88 \cdot 10^{-5}\text{ N}$ d) $9,45 \cdot 10^{-5}\text{ N}$
 e) 4 N
14. Cargas puntuales de $2 \cdot 10^{-9}\text{C}$ están situadas en 3 vértices de un cuadrado de $0,20\text{m}$ de lado. ¿Qué fuerza actúa sobre una carga puntual de 10^{-9}C que está colocada en el centro del cuadrado?
- a) $9 \cdot 10^{-7}\text{ N}$ b) $9 \cdot 10^{-9}\text{ N}$ c) $9 \cdot 10^{-6}\text{ N}$
 d) $9 \cdot 10^{-8}\text{ N}$ e) $9 \cdot 10^{-4}\text{ N}$
15. En la figura, determinar la fuerza eléctrica resultante sobre la carga Q_3 .
 $Q_1 = -9\text{ }\mu\text{C}$
 $Q_2 = 32\text{ }\mu\text{C}$
 $Q_3 = 1\text{ mC}$



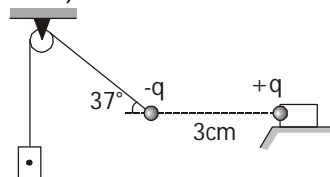
- a) $9\sqrt{3}\text{ N}$ b) 18 N c) $5\sqrt{2}\text{ N}$
 d) $9\sqrt{5}\text{ N}$ e) 21 N
16. Encontrar la fuerza eléctrica resultante que actúa sobre la esfera ubicada en (B) si: $q_A = -125\text{ }\mu\text{C}$; $q_B = +40\text{ }\mu\text{C}$; $q_C = +75\text{ }\mu\text{C}$.



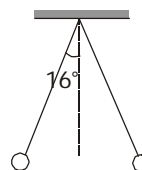
17. En tres vértices consecutivos de un hexágono regular de 2cm de lado se ubican puntuales de $+2/3 \cdot 10^{-9}\text{ C}$ y en los 3 restantes cargas de $-2/3 \cdot 10^{-9}\text{ C}$. ¿Qué fuerza actúa sobre una carga de $4/3 \cdot 10^{-9}\text{ C}$ ubicada en el centro del hexágono?

- a) $4 \cdot 10^{-5}\text{ N}$ b) $8 \cdot 10^{-5}\text{ N}$ c) $4\sqrt{3} \cdot 10^{-5}\text{ N}$
 d) $4 \cdot 10^{-5}\text{ N}$ e) $6 \cdot 10^{-5}\text{ N}$

18. El bloque de 5 kg mantiene a la esfera de carga q en la posición mostrada unidos por una cuerda aislante, hallar: q . ($g = 10\text{ m/s}^2$)



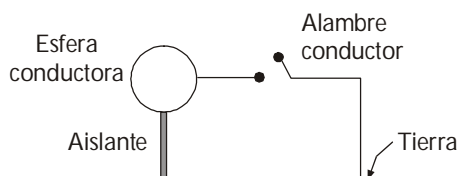
- a) $1\text{ }\mu\text{C}$ b) $2\text{ }\mu\text{C}$ c) $4\text{ }\mu\text{C}$
 d) $5\text{ }\mu\text{C}$ e) $8\text{ }\mu\text{C}$
19. Dos esferas similares de masa $4,2\text{ g}$ cuelgan de hilos aislantes, las esferas tienen cargas $q = 1\text{ }\mu\text{C}$, iguales. Si en la posición mostrada en la figura las esferas están en equilibrio. Determine la distancia de separación entre las esferas. ($g = 10\text{ m/s}^2$).



- a) $2/3\text{ m}$ b) $3/4\text{ m}$ c) $4/5\text{ m}$
 d) $5/6\text{ m}$ e) $6/7\text{ m}$
20. En los vértices de un triángulo de lado " L " se colocan cargas " q ". Si en el centro del triángulo se coloca la carga " $-Q$ ". Hallar la relación entre " q " y " Q ", para que la fuerza eléctrica resultante sobre cualesquiera de las cargas positivas sea nula.

- a) $\sqrt{3}$ b) $1/\sqrt{3}$ c) 2
 d) $1/2$ e) 3

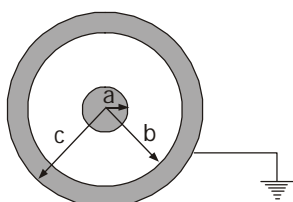
21. La figura muestra una esfera conductora, un aislante, un alambre conductor y un interruptor. Indicar las proposiciones verdaderas:



- I. Si la esfera estuviera cargada positivamente y se cierra el interruptor, subirán electrones de tierra hacia la esfera por el alambre conductor.
- II. Si la esfera estuviera cargada negativamente y se cierra el interruptor, aparecería un flujo de electrones hacia tierra por el alambre conductor.
- III. Si la esfera estuviera descargada y se cierra el interruptor, entonces se carga negativamente la esfera.

- a) II y III b) Sólo II c) I y II
d) Todas e) Sólo I

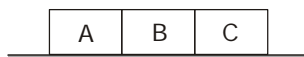
22. Se tiene una esfera maciza conductor cargada con $+Q$ de radio "a", rodeada por un cascarón esférico conductor concéntrico de radios "b" y "c" inicialmente descargado y si lo conectamos a tierra, entonces:



- a) El cascarón esférico quedara con carga positiva " Q ".
- b) Al final del proceso la carga total del cascarón es cero.
- c) La carga total del sistema cascarón y esfera maciza será cero.
- d) La superficie de radio "b" queda electrizada con $+Q$.
- e) Al final ni el cascarón esférico ni la esfera maciza tendrán carga neta.

23. Tres bloques metálicos en contacto descansan sobre una mesa de plástico. Ahora colocamos dos objetos con fuertes cargas positivas, una a cada lado de la línea de los bloques, muy próximos, pero sin tocarlos. A continuación con una barra aislante (descargada) se separan los bloques, manteniendo los objetos cargados en su posición. Finalmente se retiran éstos. Luego podemos afirmar:

- I. El cuerpo A queda cargado negativamente.
- II. El cuerpo C queda cargado positivamente.
- III. Los bloques A y C ceden protones a B.



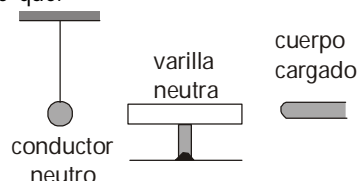
- a) Sólo II b) Sólo I c) Todas
d) I y II e) II y III

24. Señale verdadero (V) o falso (F):

- I. Un dieléctrico es un cuerpo o sustancia que no posee partículas cargadas libres para la conducción de corriente eléctrica.
- II. Un dieléctrico no se puede electrizar.
- III. Los dieléctricos no poseen carga.

- a) FFV b) VFV c) VFF
d) VVV e) FFF

25. La figura muestra una varilla conductora neutra y una bolita conductora también neutra. Si se acerca un cuerpo cargado a la varilla, entonces sobre la bolita se cumple que:



- a) No actúa ninguna fuerza por ser neutra.
- b) No actúa ninguna fuerza porque la varilla conductora es neutra.
- c) Es atraída hacia la varilla.
- d) Es repelida por la varilla.
- e) La fuerza eléctrica resultante en la bolita es cero.

26. Se tiene un electroscopio cargado negativamente de modo que sus hojas se encuentran separadas un pequeño ángulo. ¿Cuál de las siguientes acciones dará lugar a que las hojas se separen aún más y permanezcan en dicha posición?

- a) Acercar una varilla con carga (+) y luego retirarla.
- b) Acercar una varilla con carga (-) y luego retirarla.
- c) Tocar la esfera del electroscopio con una varilla cargada (-) y con una carga de mayor valor absoluto que la del electroscopio y luego retirarla.
- d) N.A.

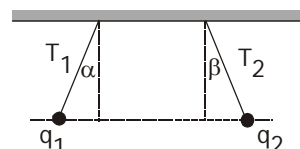
27. Con un electroscopio descargado se efectúan las siguientes acciones sucesivas:

- I. Se le acerca un cuerpo cargado negativamente (sin tocarlo).
- II. Sin retirar el cuerpo, se conecta el electroscopio a tierra por unos momentos, desconectándolos luego.
- III. Se retira el cuerpo cargado negativamente.

Al final de esto el electroscopio queda:

- a) Cargado negativamente.
- b) Descargado.
- c) Cargado positivamente.
- d) No se puede predecir el resultado.
- e) El tipo de carga depende del material de que está hecho el electroscopio.

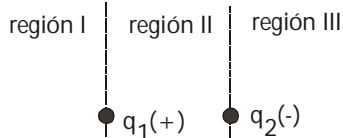
28. Dos péndulos con cargas positivas de valores diferentes $q_1 = 2q_2$ se encuentran suspendidas mediante hilos mal conductores, tal como muestra la figura. Luego será cierto:



- I. $\alpha = \beta$.
- II. Las tensiones en las cuerdas serán iguales.
- III. $\alpha > \beta$.

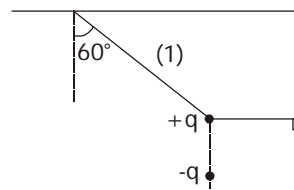
- a) Sólo I b) I y II
c) Sólo II d) Sólo III
e) Todo depende de las masas de los péndulos.

29. Dos pequeñas cargas q_1 y q_2 se encuentran a cierta distancia entre sí y en el vacío según el esquema:



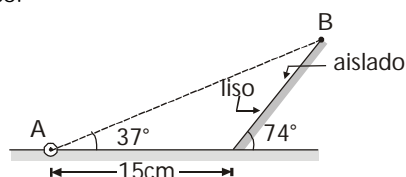
¿En qué región puede encontrarse una tercera carga para que pueda quedar en equilibrio?

- a) En la región I.
b) En la región II.
c) En la región III.
d) En la región I o en la región II.
e) En la región I o en la región III.
30. El módulo de la fuerza eléctrica de repulsión entre dos partículas electrizadas es 100N en el vacío. ¿En cuánto varía el módulo de la fuerza eléctrica si una de las cantidades de carga se duplica, la distancia entre ellas se reduce a la mitad y el sistema es introducido en un líquido dieléctrico donde $\epsilon = 4\epsilon_0$?
- a) Aumenta en 300 N.
b) Disminuye hasta 30 N.
c) Aumenta en 100 N.
d) Disminuye en 50 N.
e) Aumenta hasta 300 N.
31. Un experimento se realizó en un medio donde; se trabajó con dos iones de igual carga, separados $5 \cdot 10^{-8}$ m, determinándose una fuerza electrostática de $9 \cdot 10^{-7}$ N. Determine la magnitud de la carga en cada una de los iones.
- a) 10^{-16} C b) $2 \cdot 10^{-16}$ c) $3 \cdot 10^{-16}$
d) $4 \cdot 10^{-16}$ e) $5 \cdot 10^{-16}$
32. Se tienen dos cargas "Q" y "q" separadas en el vacío 3cm, a medida que el valor de "q" se incrementa la fuerza eléctrica de interacción entre ellas (F) varía de acuerdo con la siguiente gráfica. Halle el valor de la carga "Q".
-
- a) $8,85 \cdot 10^{-9}$ C b) $3,14 \cdot 10^{12}$ C
c) $1,10 \cdot 10^{-13}$ C d) $1 \cdot 10^{-9}$ C
e) $8,85 \cdot 10^{13}$ C
33. La figura muestra dos esferas cargadas con igual magnitud pero de signos diferentes ($q=2\mu\text{C}$) y peso 20N cada una, separadas una distancia de 30cm. Determinar la tensión en cuerda (1).



- a) 100 N b) 105 N c) 40,8 N
d) 115 N e) 120 N

34. Las cargas de las esferitas A y B son de $3,2\mu\text{C}$ y $2,4\mu\text{C}$. Si la esfera no sujeta "B" está en equilibrio. Hallar su peso.



- a) 1 N b) 2 N c) 3 N
d) 4 N e) 5 N

35. ¿Con qué fuerza "F" se atraerán dos bolitas iguales de plomo de radio $r=1\text{cm}$, situadas a la distancia $R=1\text{m}$ una de otra si a cada átomo de la primera bolita se quita un electrón y todos estos electrones se trasladan a la segunda bolita?

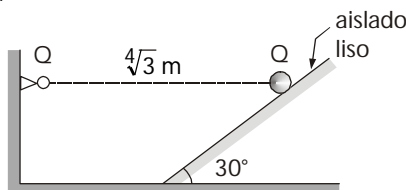
Masa atómica del plomo $A=207$

Densidad del plomo $\rho = 11,3\text{gr/cm}^3$

- a) $3,19 \cdot 10^{18}$ N b) $4,37 \cdot 10^{18}$ N
c) $2,17 \cdot 10^{18}$ N d) $1,14 \cdot 10^{18}$ N
e) N.A.

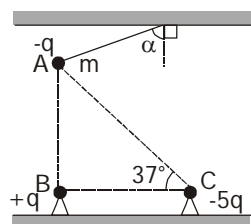
36. Se tienen dos cargas positivas Q y q, tal que $Q > q$. ¿Qué cantidad de carga debe trasladarse de la una a la otra para que el valor de la fuerza electrostática entre ellas sea máxima, manteniendo la separación constante?
- a) Debe trasladarse (Q-q).
b) No es necesario trasladar nada de carga por que la fuerza será la misma siempre.
c) Es necesario trasladar (Q-q)/2.
d) Es necesario trasladar Q/2.
e) Es necesario trasladar q/2.

37. Para el esquema, calcular el peso "W" de la carga "Q= $3 \cdot 10^{-4}$ C" sobre el plano inclinado liso. Si está en equilibrio a la acción de otra carga igual, pero que esta fija.

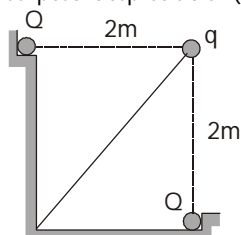


- a) 0,81 N b) 8,1 N c) 810 N
d) 81 N e) N.A.

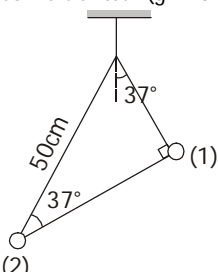
38. El sistema mostrado está en equilibrio. Hallar el ángulo " α ". Las cargas B y C son fijas y la interacción eléctrica entre las cargas A y B es la mitad del peso de "A", en módulo.



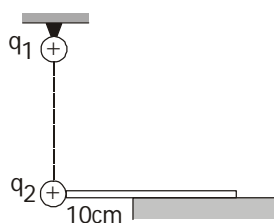
- a) 45° b) 74° c) 16°
d) 53° e) 37°
39. Calcular la tensión en la cuerda que sostiene a la carga "q", siendo su peso despreciable. ($Q=q=4 \cdot 10^{-5}$ C).



- a) 3,6 N b) 360 N c) 36 N
d) 56 N e) 5,1 N
40. En la figura, el sistema está en equilibrio. Calcular la masa de la esfera "1". Las cargas son $q_1=q_2=4 \mu\text{C}$. Las cuerdas son aislantes. ($g=10\text{m/s}^2$).

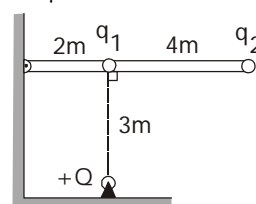


- a) 100 g b) 150 g c) 200 g
d) 250 g e) 300 g
41. Determina la mínima distancia entre $q_1 = 3 \cdot 10^{-4}$ C y $q_2 = 1 \cdot 10^{-6}$ C para que la barra homogénea de 22 cm y 2,7 kg se encuentra en equilibrio. $g=10\text{m/s}^2$.

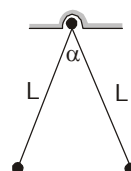


- a) 0,5 m b) 1 m c) 1,5 m
d) 2 m e) 5 m

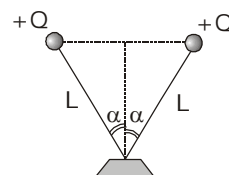
42. En la figura la varilla, de material aislante, es ingrávida y las cargas son pequeñísimas esferas. Halle q_2 para que la barra permanezca horizontal. La carga "Q" es fija y $q_1 = +81 \mu\text{C}$.



- a) $-125 \mu\text{C}$ b) $-100 \mu\text{C}$ c) $-50 \mu\text{C}$
d) $-40 \mu\text{C}$ e) $-10 \mu\text{C}$
43. Dos esferas de igual carga (q) e igual masa (M) están suspendidas de un mismo punto de hilos de longitud L. En el punto de suspensión se encuentra una tercera esfera, cargada, como las dos anteriores, con una carga "q". Calcular el valor de la carga "q", si el ángulo entre los hilos en el equilibrio es " α ".
 g = aceleración de la gravedad
 K = constante de Coulomb



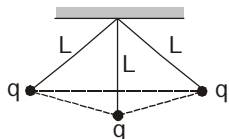
- a) $q = L \sqrt{\frac{Mg(\text{Sen}\alpha + \text{Cos}\alpha)}{2K}}$
b) $q = 2L \sqrt{\frac{Mg}{K}}$
c) $q = 2L \text{Sen}(\alpha/2) \sqrt{\frac{Mg \text{Tg}(\alpha/2)}{K}}$
d) $q = L \sqrt{\frac{Mg}{2K}}$
e) $q = 2L(\text{Sec} 2 + \text{Ctg} 2\alpha)^2 KMg$
44. Dos cuerpos esféricos iguales muy ligeros (flotan) con cargas iguales $0,7 \mu\text{C}$ se repelen separándose $\sqrt{5}$ cm. De ellos mediante hilos no conductores, está suspendido un bloque de $2,4 \cdot 10^{-3}$ N de peso. Hallar " α " para el equilibrio.



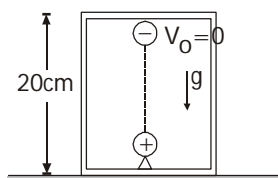
- a) $22,5^\circ$ b) $18,5^\circ$ c) $26,5^\circ$
d) 16° e) 37°

45. En el vacío y desde un punto, cuelgan 3 hilos de igual longitud con cargas idénticas puntuales "+q" Coulomb atadas a los extremos libres, para la posición de equilibrio el ángulo que cada hilo hace con la vertical es 37° y el peso de cada carga es $\sqrt{3} \text{ N}$. Si

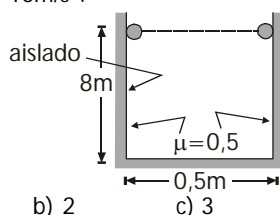
$L = \sqrt{K} 10^{-4} \text{ m}$; $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$. Hallar el Coulomb la carga "q".



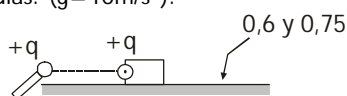
- a) $1 \cdot 10^{-5}$ b) $7 \cdot 10^{-5}$ c) $9 \cdot 10^{-5}$
 d) $1,2 \cdot 10^{-5}$ e) N.A.
46. Se tiene una caja de madera de 20cm de alto. Dentro de ella hay dos cargas iguales pero de signos contrarios ($10/3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$). La carga superior es soltada. Si su masa es 1 gramo. ¿Cuál es su aceleración cuando está en la mitad del camino? Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) 3 m/s^2 b) 6 m/s^2 c) 9 m/s^2
 d) 12 m/s^2 e) 11 m/s^2
47. Dos esferas electrizadas con $\sqrt{2} \cdot 10^{-7} \text{ C}$ cada una se sueltan simultáneamente tal como se muestra en la figura. Después de qué tiempo llegan al suelo, $m = 0,04 \text{ g}$ y $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) 1 s b) 2 c) 3
 d) 4 e) N.A.
48. En el bloque de 12 kg se encuentra incrustada una partícula electrizada con $+20 \mu\text{C}$, tal como se muestra. Determine la menor aproximación entre el bloque y otra partícula electrizada con $+20 \mu\text{C}$ para que el bloque siga en reposo. Desprecie las masas de las partículas. ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

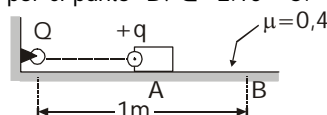


- a) 10 cm b) 15 cm c) 20 cm
 d) 25 cm e) 30 cm

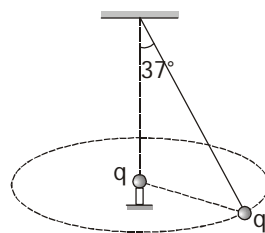
49. Dos esferas idénticas poseen cargas de $4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ y $6 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ e interactúan con una fuerza eléctrica de 240N, en cierto instante se ponen en contacto y luego se les separa la misma distancia anterior. Calcular el valor de la variación de la fuerza con que ahora interactúan.

- a) 24 N b) 576 N c) 10 N
 d) 240 N e) 0 N

50. En el bloque de madera de 2kg se encuentra incrustada una partícula electrizada con $q = 1 \mu\text{C}$. Si éste es abandonado en (A). ¿Qué módulo tiene su aceleración al pasar por el punto "B"? $Q = 2 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.



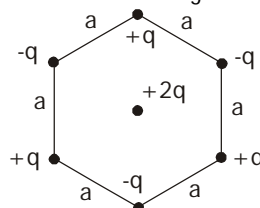
- a) 1 m/s^2 b) 2 m/s^2 c) 3 m/s^2
 d) 4 m/s^2 e) 5 m/s^2
51. Calcular la velocidad angular con que gira la esfera de masa 8g y carga $q = 2 \mu\text{C}$ siendo el radio de la trayectoria $R = 1 \text{ m}$. $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) 3 Rad/s b) $\sqrt{3}$ c) $3\sqrt{3}$
 d) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ e) 1
52. Un estudiante realiza un experimento para medir la carga eléctrica de 4 cuerpos. Los siguientes son sus resultados experimentales:
 $Q_1 = 2,4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $Q_2 = 11,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $Q_3 = 8,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $Q_4 = 8,0 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 ¿Cuáles de las mediciones diría Ud. que no son compatibles con sus conocimientos teóricos?
 (Carga del electrón: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

- a) Q_1 y Q_3 b) Q_3 y Q_4 c) Q_1 y Q_2
 d) Q_2 y Q_4 e) Q_1 y Q_4

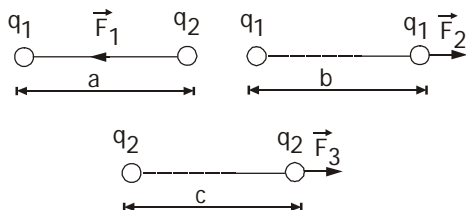
53. Tres cargas puntuales positivas (+q) y tres cargas puntuales negativas (-q) se ubican en los vértices de un hexágono regular de lado a como se indica en la figura. ¿Cuál será la magnitud de la fuerza resultante que ejercen las cargas anteriores sobre una carga puntual $+2q$ ubicada en el centro del hexágono?



- a) 0 b) $2\sqrt{3} K$ c) $\frac{2}{\sqrt{3}} K$
 d) $3K$ e) $3\sqrt{3} K$

54. En las figuras mostradas q_1 y q_2 son cargas puntuales y \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 son las respectivas fuerzas que una de ellas ejerce sobre la otra en cada situación.

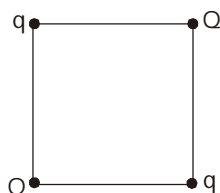
Si se cumple que: $F_1^2 = F_2 F_3$, la relación entre a, b y c deben ser:



- a) $ab=c^2$ b) $ca=b^2$
 c) $bc=a^2$ d) $bc=(q_1/q_2)a^2$
 e) $ab=(q_2/q_1)c^2$

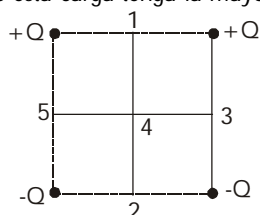
55. Un cuadrado posee en cada uno de sus vértices una carga de 6 coulombios. ¿Qué carga se debe poner en el centro del cuadrado para que la fuerza resultante sobre cada carga sea nula?
 a) -24 coulombios. b) -12 coulombios.
 c) -7,5 coulombios. d) -5,7 coulombios.
 e) -1,5 coulombios.

56. Se fija dos cargas Q iguales, cada una en esquinas opuestas de un cuadrado, y dos cargas q iguales, en las otras dos esquinas. ¿Qué relación existe entre Q y q de tal manera que la fuerza resultante sobre la carga Q sea cero?



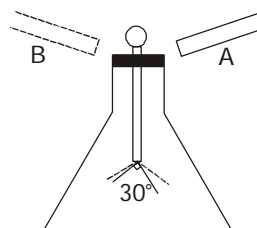
- a) $Q=-4q$ b) $Q=-2q$
 c) $Q=-4\sqrt{2} q$ d) $Q=-2\sqrt{2} q$
 e) $Q=-\sqrt{2} q$

57. Cuatro cargas positivas y negativas pero de igual magnitud están ubicadas en los vértices de un cuadrado con centro en el punto 4. ¿En cuál de los puntos, entre los señalados con los números 1, 2, 3, 4 ó 5, deberíamos colocar una carga +q, si queremos que la fuerza sobre esta carga tenga la mayor magnitud?



- a) Sólo en 1. b) Sólo en 2.
 c) En 1 ó en 2. d) En 3 ó en 4.
 e) En 4.

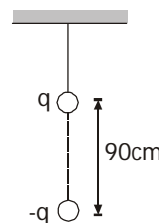
58. Una varilla cargada A se acerca a la esfera superior de un electroscopio sin tocarla y se verifica que las hojuelas se separan un ángulo aproximado de 30° . Al acercar otra varilla B, sin mover la varilla A, las hojuelas se abren aún más hasta un ángulo aproximado de 60° . Respecto a las cargas respectivas se puede afirmar que:



- a) La carga de A es de igual signo que la carga de B.
 b) La carga de A es positiva y la carga B negativa.
 c) La carga B es positiva y la de A negativa.
 d) La carga de B es el doble que la carga de A.
 e) B está descargada.

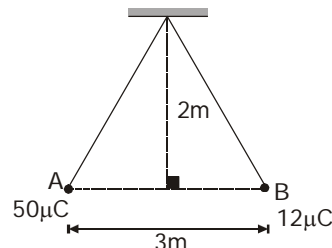
59. Dos esferas muy pequeñas de mismo peso y de igual carga $q=6 \cdot 10^{-6} C$ se encuentra en equilibrio como se muestra en la figura. Calcular la masa de cada esfera en gramos y la tensión en la cuerda en newtons.

$$(K = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}) \quad (g = 10 m/s^2)$$



- a) 40 y 0,5 b) 40 y 0,8 c) 80 y 0,4
 d) 80 y 0,6 e) 60 y 0,8

60. Se muestra un experimento de electrostática consistente en 2 péndulos de la misma longitud, en cuyos extremos se ubican las bolitas A y B.



En el estado de equilibrio se propone que:

- I. La fuerza electrostática, vale 0,6N.
 II. La tensión en la cuerda, vale 0,8 N.
 III. El peso de cada bolita, es de 1,0N.

Escoja la combinación correcta sobre la verdad (V) o falsedad (F), de las proposiciones:

$$(K = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 / C^2)$$

- a) VVV b) VVF c) VFV
 d) VFF e) FFF

Claves

01.	c
02.	c
03.	d
04.	c
05.	b
06.	d
07.	a
08.	c
09.	c
10.	d
11.	b
12.	e
13.	e
14.	a
15.	d
16.	c
17.	b
18.	b
19.	e
20.	a
21.	c
22.	c
23.	b
24.	c
25.	c
26.	c
27.	c
28.	e
29.	e
30.	c

31.	e
32.	c
33.	c
34.	a
35.	a
36.	c
37.	c
38.	e
39.	e
40.	b
41.	b
42.	a
43.	c
44.	e
45.	c
46.	e
47.	a
48.	c
49.	c
50.	e
51.	b
52.	d
53.	a
54.	c
55.	d
56.	d
57.	e
58.	a
59.	b
60.	d