

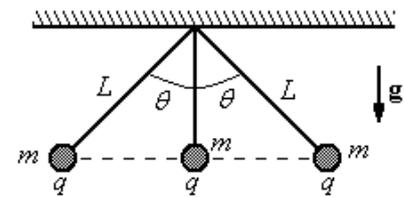
### Guía 1: Electrostática

**Ejercicio 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  $q_e/m_e$  para el electrón. **Datos:**  $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$ ;  $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$ ;  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ;  $q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .
- (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:  $\delta_{Cu} = 9 \text{ g/cm}^3$ ;  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ ;  $A_{Cu} = 63,5$ .

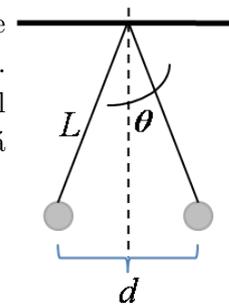
**Ejercicio 2**

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  $L = 30.0 \text{ cm}$  y el ángulo  $\theta = 45^\circ$ , determine el valor de  $q$  sabiendo que el sistema se encuentra en equilibrio.



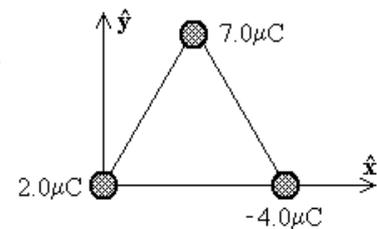
**Ejercicio 3**

Dos cargas puntuales idénticas en magnitud y signo, cuelgan de hilos de longitud  $L$  de manera que separadas una distancia  $d$  están en equilibrio. El ángulo que forman los hilos con la vertical puede suponerse en el límite de ángulos pequeños. Si neutralizo una de las cargas, ¿cuál será la nueva distancia de separación?



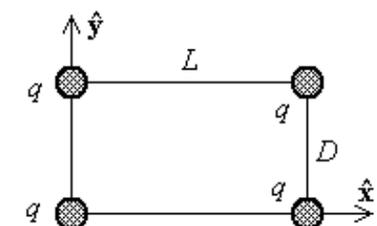
**Ejercicio 4**

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  $7.0 \mu\text{C}$ .



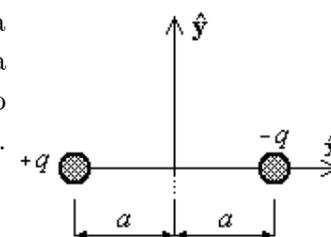
**Ejercicio 5**

Cuatro cargas puntuales idénticas ( $q = 10.0 \mu\text{C}$ ) se localizan en las esquinas de un rectángulo, como se indica en la figura. Las dimensiones del rectángulo son  $L = 60.0 \text{ cm}$  y  $D = 15.0 \text{ cm}$ . Calcule la magnitud y dirección de la fuerza eléctrica neta ejercida sobre la carga en la esquina izquierda inferior por las otras tres cargas.



**Ejercicio 6**

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  $\mathbf{E}$  debido a estas cargas a lo largo del eje  $y$  en el punto  $P = (0, y)$ . Suponga que  $y$  es mucho mayor que  $a$ . Repita el cálculo para un punto sobre el eje  $x$ .

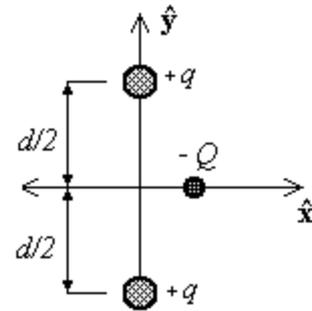


**Ejercicio 7**

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.

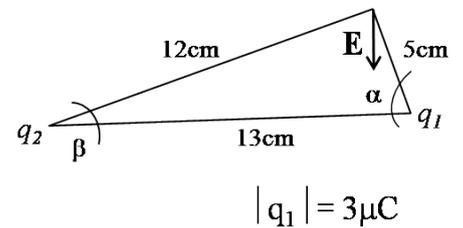
**Ejercicio 8**

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.



**Ejercicio 9**

Dos cargas puntuales están ubicadas en los vértices de un triángulo rectángulo como indica la figura. Calcule el valor de la carga  $q_2$  para que el campo eléctrico en el punto  $p$  esté en la dirección esquematizada en la figura. ¿Cuál debe ser el signo de  $q_1$ ? Dibuje todas las configuraciones posibles.



**Ejercicio 10**

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 total en el centro del cuadrado. Calcule el valor del campo eléctrico en dicho punto.

**Ejercicio 11**

Un hilo delgado de longitud  $L$  está cargado uniformemente con una carga total  $Q$ . Calcular el campo eléctrico en un punto separado una distancia  $l$  del extremo del hilo. Si en ese punto aparece una carga  $+q$ , ¿cuál será la fuerza que experimentará?

**Ejercicio 12**

Una corona circular de radios  $a$  y  $b$ , tiene una densidad de carga uniforme  $\sigma$ .

- (a) Hallar el campo eléctrico en su eje.
- (b) 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.

**Ejercicio 13**

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.

- (a) Un hilo delgado infinito con densidad lineal de carga uniforme  $\lambda$ .
- (b) Un cilindro circular infinito de radio  $R$ , cargado uniformemente en volumen con densidad volumétrica de carga  $\rho$ .
- (c) Un plano infinito con densidad superficial de carga uniforme  $\sigma$ .

- (d) Una esfera de radio  $R$  con densidad uniforme  $\rho$ .  
(e) Una esfera de radio  $R$  con densidad de carga  $\rho = Ar^n$  (con  $A$ ,  $n = \text{constantes}$ )

**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:  $V(\mathbf{r}) = k \int \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r}-\mathbf{r}'|} d^3r' + cte$  ya que ella no está definida para esas distribuciones de carga.

#### Ejercicio 14

Calcule la integral definida en el problema anterior para el caso del hilo cargado uniformemente. Verifique que su gradiente es  $-E$ . ¿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.

#### Ejercicio 15

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

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

#### Ejercicio 16

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).

#### Ejercicio 17

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

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