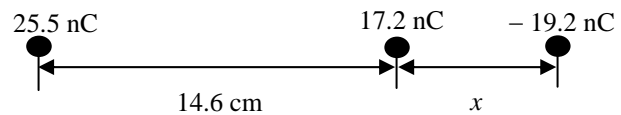


Repartido 3 – Potencial y Energía Electroestática

1. Las cargas mostradas en la figura están fijas en el espacio. Determine el valor de la distancia x de modo que la energía potencial eléctrica del sistema sea cero.



2. Dos cargas puntuales positivas de valores Q y $2Q$ están separadas una distancia $2D$. Considere el eje x como la recta que pasa por las dos cargas, con Q en el origen y $2Q$ en $x = 2D$.

- a) Halle una expresión para el potencial electroestático en el eje x , en función de x .
- b) Se coloca una partícula con carga q en el eje x . Realice un bosquejo de la energía potencial de la carga q según su signo.

3. Una esfera de cobre aislada de 6 cm de radio está a un potencial de 500 V . ¿Cuántos electrones se han eliminado del cobre para elevar el potencial de la esfera a este valor? ¿Que fracción de los átomos de cobre están ionizados? ¿Donde se localizan esos iones?

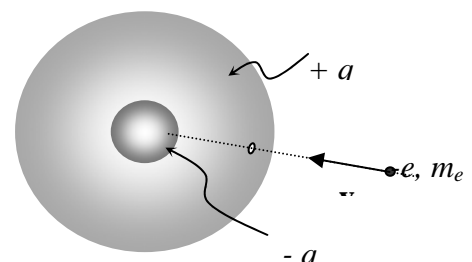
4. Considere dos esferas conductoras, 1 y 2, teniendo la segunda el doble del diámetro de la primera y separadas por una gran distancia. La esfera más pequeña tiene inicialmente una carga positiva q y la más grande está inicialmente sin carga. Se conectan ahora las esferas con un alambre delgado y largo. a) ¿Cómo se relacionan los potenciales finales V_1 y V_2 de las esferas? b) Halle las cargas finales q_1 y q_2 sobre las esferas en términos de q .

5. Una partícula de carga q se mantiene en una posición fija en un punto P y una segunda partícula de masa m , que tiene la misma carga q , se mantiene inicialmente en reposo a una distancia r_1 de P. Luego se suelta la segunda partícula y es repelida por la primera. Determine su velocidad en el instante en que se encuentre a una distancia r_2 de P. Sea $q = 3,1\ \mu\text{C}$, $m = 18\text{ mg}$, $r_1 = 0,90\text{ mm}$ y $r_2 = 2,5\text{ mm}$.

6. Un protón es disparado contra un núcleo de oro (por el eje x) que está fijo en el origen de coordenadas. No hay otras cargas eléctricas presentes. La velocidad inicial del protón, lejos del núcleo de oro, es $v_0 = 1,0 \times 10^7\text{ m/s}$, su masa es $m_p = 1,7 \times 10^{-27}\text{ kg}$ y su carga eléctrica es $e = 1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$. La carga del núcleo de oro es 79 e . Suponiendo que el núcleo sigue fijo en el origen durante todo el proceso ¿cuán cerca llega el protón al núcleo antes de parar y comenzar de alejarse? Desprecie las dimensiones del núcleo.

7. Una distribución esférica de carga de radio r con carga total $-q$ se sitúa concéntricamente dentro de un cascarón esférico de carga de radio R con carga total $+q$. Desde el exterior de esta distribución de carga se envía un electrón con velocidad v en dirección radial hacia el centro de la distribución de carga.

¿Cuál debe ser la velocidad mínima v_{min} para que el electrón, atravesando el cascarón de carga por un pequeño orificio practicado en



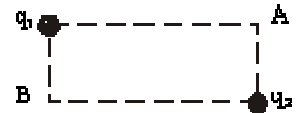
él, llegue a la distribución esférica central?

8. Diez años antes de que Einstein publicara su teoría de la relatividad, J.J. Thompson propuso que el electrón estaba constituido por pequeñas partes y que su masa se debía a la interacción eléctrica de las partes. Además, sugirió que la energía era igual a mc^2 . Haga un cálculo aproximado de la masa del electrón de la siguiente manera:

Suponga que el electrón está compuesto de tres partes idénticas, las cuales se traen desde el infinito y se colocan en los vértices de un triángulo equilátero que tiene lados iguales al radio clásico del electrón: $2,82 \times 10^{-15} m$. A partir de esto:

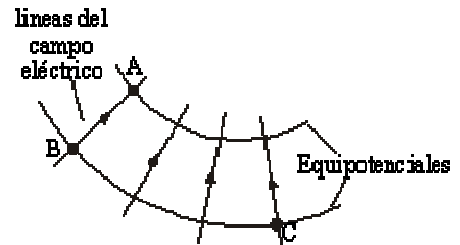
- a) Halle la energía potencial eléctrica total de este arreglo.
- b) Divida entre c^2 y compare su resultado con el de la masa aceptada para el electrón ($9,11 \times 10^{-31} kg$). El resultado mejora si se suponen más partes (hoy en día se piensa que el electrón es una sola partícula indivisible).

9. En el rectángulo mostrado en la figura, los lados tienen una longitud de 5,0 cm y 15 cm, $q_1 = -5,0 \mu C$ y $q_2 = +2,0 \mu C$.

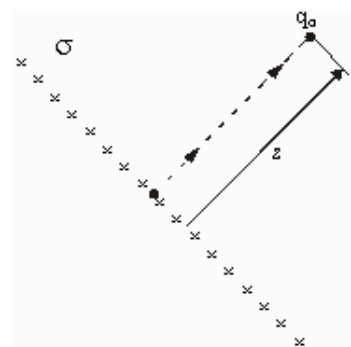


- a) ¿Cuáles son los potenciales eléctricos en la esquina B y en la esquina A?
- b) ¿Cuánto trabajo externo se requiere para mover a una tercera carga $q_3 = +3,0 \mu C$ desde B hasta A a lo largo de una diagonal del rectángulo?
- c) En este proceso, ¿se convierte el trabajo externo en energía potencial electrostática o viceversa? Explique.

10. Al moverse un electrón desde A hasta B a lo largo de una línea del campo eléctrico ilustrado en la figura, se realiza sobre éste un trabajo de $3,94 \times 10^{-19} J$. ¿Cuáles son las diferencias de potencial eléctrico a) $V_B - V_A$, b) $V_C - V_A$ y c) $V_C - V_B$?



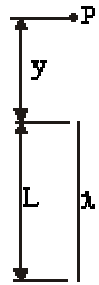
11. La figura muestra, de canto, una lámina infinita de densidad de carga positiva σ . a) ¿Cuánto trabajo realiza el campo eléctrico de la lámina cuando una pequeña carga de prueba positiva q_0 se lleva desde una posición inicial, sobre la lámina, hasta una posición final, ubicada a una distancia perpendicular z de la lámina? b) Use el resultado de (a) para demostrar que el potencial eléctrico de una lámina infinita de carga puede escribirse como:



$$V = V_0 - (\sigma / 2\epsilon_0)z$$

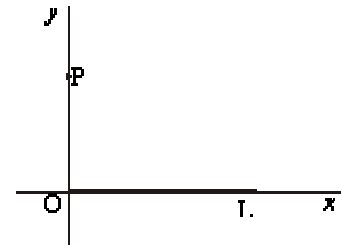
Donde V_0 es el potencial en la superficie de la lámina.

12. Una carga por unidad de longitud λ está distribuida uniformemente a lo largo de un segmento de línea recta de longitud L .



- a) Determine el potencial (eligiendo que sea cero en el infinito) en un punto P a una distancia y de un extremo del segmento cargado y en línea con él (véase la figura).
- b) Use el resultado de (a) para calcular la componente del campo eléctrico en P en la dirección y (a lo largo de la línea).
- c) Determine la componente del campo eléctrico en P en una dirección perpendicular a la línea recta.

13. Una varilla de longitud L tiene una distribución de carga por unidad de longitud dada por $\lambda = Kx$, donde K es una constante. Ésta se encuentra a lo largo del eje x con uno de sus extremos en el origen ($x = 0$), tal como se muestra en la figura.



- a) Si se considera que el potencial electrostático en el infinito es cero, encuentre V en el punto P sobre el eje y .
- b) Determine la componente vertical, E_y , del campo eléctrico en P a partir del resultado de la parte (a) (puede comprobarse también por cálculo directo).
- c) ¿Por qué no puede determinarse E_x , la componente horizontal del campo eléctrico en P , usando el resultado de la parte (a)?
- d) ¿A qué distancia de la varilla, a lo largo del eje y , el potencial es igual a la mitad del valor en el extremo izquierdo de la varilla?

Resultados

1. $x = 20.514 \text{ cm}$ 2. a) $V(x) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|x|} + \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{|x-2D|}$ 3. $N = 2.0862 \times 10^{10}$
4. a) $V_1 = V_2$ b) $q_1 = \frac{r_1}{r_1 + r_2} q$, $q_2 = \frac{r_2}{r_1 + r_2} q$
5. $v = \sqrt{\frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 m} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)} = 11.083 \text{ m/s}$ 6. $R = \frac{79e^2}{2\pi\epsilon_0 m_p v_0^2} = 2.14 \times 10^{-13} \text{ m}$
7. $v_{\min} = \sqrt{\frac{eq}{2\pi\epsilon_0 m_e} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)}$ 8. a) $U = 27.2 \times 10^{-15} \text{ J}$ b) $\frac{U}{c^2} = 3.02 \times 10^{-31} \text{ kg}$
9. a) $V_B = -780 \times 10^3 \text{ V}$, $V_A = 60 \times 10^3 \text{ V}$ b) $W^{\text{ext}} = 2.52 \text{ J}$
10. a) $V_B - V_A = 2.46 \text{ V}$ b) $V_C - V_A = 2.46 \text{ V}$ c) $V_C - V_B = 0 \text{ V}$
12. a) $V_p = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \left(\frac{y+L}{y} \right)$ b) $E_y = \frac{\lambda L}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{y(y+L)}$
13. a) $V_p = \frac{K}{4\pi\epsilon_0} \left(\sqrt{L^2 + y^2} - y \right)$ b) $E_y = \frac{K}{4\pi\epsilon_0} \left(1 - \frac{y}{\sqrt{L^2 + y^2}} \right)$ d) $y = \frac{3L}{4}$