

## **DISCUSIÓN DE PROBLEMAS No. 2**

### UNIDAD II: POTENCIAL ELÉCTRICO

#### **A-REVISION DE CONCEPTOS**

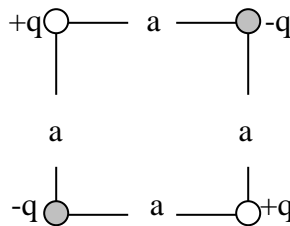
1. Argumente acerca de la veracidad o de la falsedad de las afirmaciones siguientes:
  - a) El trabajo realizado por un campo eléctrico sobre una carga de prueba es igual al negativo del cambio en la energía potencial de ésta.
  - b) La diferencia de potencial entre dos puntos de un campo eléctrico es igual al cociente del cambio de la energía potencial que experimentaría una carga puntual al moverse de uno al otro punto en mención y la magnitud de ésta.
  - c) Al potencial eléctrico de referencia en el infinito podría asignársele un valor diferente de cero.
  - d) Si el potencial eléctrico es cero en un punto, el campo eléctrico debe ser también cero en dicho punto.
  - e) Si el potencial eléctrico es cero en un punto, de seguro no hay cargas eléctricas en la vecindad de dicho punto.
  - f) Si el campo eléctrico es cero en alguna región, el potencial eléctrico también debe ser cero en dicha región.
  - g) El potencial eléctrico de un conductor aislado con carga neta positiva debe ser positivo.
  - h) La energía potencial electrostática de un par de cargas de signos opuestos no puede ser positiva.
  - i) El potencial eléctrico de todos los puntos de un plano perpendicular y en el centro entre las cargas de un dipolo vale cero.
  - j) Las líneas de campo eléctrico cruzan perpendicularmente una superficie equipotencial solo si éste es uniforme.
  - k) El gradiente de potencial a lo largo de una línea de campo eléctrico es constante.
2. Responda las siguientes preguntas:
  - a) ¿Por qué se dice que el campo eléctrico es conservativo?
  - b) ¿Qué diferencia hay entre potencial eléctrico y energía potencial eléctrica?
  - c) ¿Depende el potencial eléctrico en un punto del signo de la carga puntual que se coloque en dicho punto?
  - d) Si en un campo eléctrico se deja en libertad, desde el reposo, una carga puntual positiva, ¿se moverá ésta hacia una región de mayor potencial o hacia una de menor potencial eléctrico? ¿Y si es negativa?
  - e) ¿Por qué en condiciones electrostáticas todos los puntos en un conductor deben estar al mismo potencial?

- f) Si la superficie de un conductor cargado es equipotencial, ¿significa eso que la carga debe estar distribuida uniformemente en dicha superficie?
- g) ¿Debe ser constante la magnitud del campo eléctrico en todos los puntos de la superficie del conductor referido en el literal anterior?
- h) Si se conoce el valor de  $\mathbf{E}$  en un punto dado, ¿se puede calcular el valor de  $V$  en ese punto? De no ser así, ¿qué información adicional se requiere?
- i) ¿Por qué no pueden cruzarse dos superficies equipotenciales?
- j) Si se conoce la función  $V(x, y, z)$ , ¿cómo se relaciona ésta con las componentes  $E_x$ ,  $E_y$  y  $E_z$  del campo eléctrico en esa región?
- k) ¿Puede haber una diferencia de potencial entre dos conductores que contengan cargas de la misma magnitud y signo?

## B – PROBLEMAS

### Trabajo hecho en un campo eléctrico.

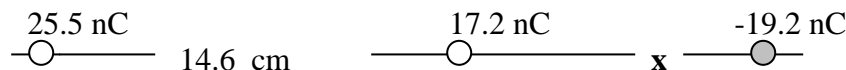
- 1- Deducir una expresión que represente el trabajo necesario para colocar las cuatro cargas que se muestran en la figura.



- 2- Un protón se mueve en la región de un campo eléctrico uniforme. El protón experimenta un incremento en energía cinética  $\Delta K = 5 \times 10^{-18} \text{ J}$  al desplazarse 2 cm en dirección paralela al campo. Hallar la magnitud del campo eléctrico.

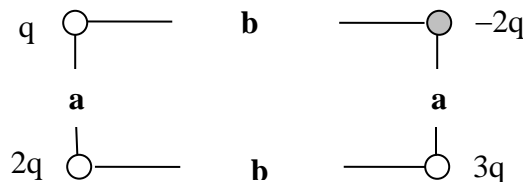
### 2.1.1 Trabajo y energía potencial eléctrica.

- 3- Las cargas que se muestran en la siguiente figura están fijas en el espacio. Determinar el valor de la distancia  $x$  de modo que la energía potencial electrostática del sistema sea cero.



- 4- Un electrón es proyectado con una velocidad inicial de  $3.44 \times 10^5 \text{ m/s}$  directamente hacia un protón que está en reposo. Si el electrón está inicialmente a una gran distancia del protón, ¿a qué distancia del protón es su velocidad instantánea igual al doble del valor inicial?
- 5- Una carga puntual  $q_1 = 1.0 \text{ } \mu\text{C}$  tiene posición fija y una segunda carga  $q_2 = 1.0 \text{ nC}$  con masa  $m = 1.0 \times 10^{-5} \text{ kg}$  se mueve directamente hacia la primera, desde una gran distancia con una velocidad inicial  $V_o = 3.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ . ¿Cuál es la máxima distancia de acercamiento?

- 6- Calcular la energía potencial para el arreglo de cargas que se muestran en la siguiente figura, donde  $a = 0.20 \text{ m}$ ,  $b = 0.40 \text{ m}$  y  $q = 5.0 \text{ nC}$ .

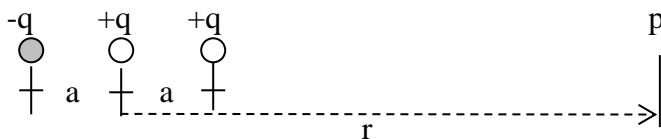


### Diferencia de potencial.

- 7- En un relámpago típico, la diferencia de potencial de los puntos entre los cuales se produce la descarga es aproximadamente de  $10^9 \text{ V}$  y la cantidad de carga aproximada que se transfiere es de  $30 \text{ C}$ . ¿Cuál será la cantidad de hielo, en kg, a  $0^\circ \text{ C}$  que se podría fundir, si toda la energía liberada en el relámpago se utilizara con ese propósito? ( $L_f = 80 \text{ cal/g}$ )
- 8- Un electrón con una velocidad inicial en el origen de  $3.7 \times 10^6 \text{ m/s}$ , se mueve paralelo al eje  $x$ . La velocidad del electrón se reduce a  $1.4 \times 10^5 \text{ m/s}$  en el punto  $x = 2.0 \text{ cm}$ . Calcular la diferencia de potencial entre el origen y el punto en mención. ¿Cuál tiene mayor potencial?
- 9- Un electrón moviéndose paralelo al eje “ $x$ ” tiene una velocidad inicial de  $5 \times 10^6 \text{ m/s}$  en el origen. La velocidad del electrón se reduce hasta  $2 \times 10^5 \text{ m/s}$  en el punto  $x = 4 \text{ cm}$ . Determinar la diferencia de potencial entre los puntos. ¿Cuál de los puntos está a mayor potencial?
- 10- Un cilindro metálico de radio “ $R$ ” posee una densidad de carga uniforme  $\lambda$ . Suponiendo que la longitud “ $L$ ” del cilindro, es mucho mas grande que su radio, determinar una expresión para la diferencia de potencial entre dos puntos ubicados a una distancia radial  $r_1$  y  $r_2$ , en la parte externa del cilindro, tal que  $r_2 > r_1 > R$ .

### Potencial eléctrico en un punto.

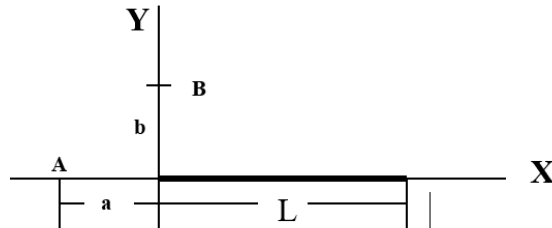
- 11- Si  $\mathbf{E} = (16 \mathbf{i} + 8.5 \mathbf{j}) \text{ N/C}$  hallar el potencial eléctrico en el punto  $P(1.5, 4.0) \text{ m}$  (el potencial eléctrico en el origen vale cero).
- 12- Calcular la distancia desde una carga puntual  $q = 8 \mu\text{C}$  a un punto donde el potencial eléctrico sea de  $32 \text{ kV}$ .
- 13- Para la distribución de carga que se muestra en la siguiente figura, demostrar que el potencial eléctrico en función de la distancia  $V(r)$  en los puntos sobre el eje, está dado por  $V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{q}{r} + \frac{2qa}{r^2} \right]$   $r \gg a$



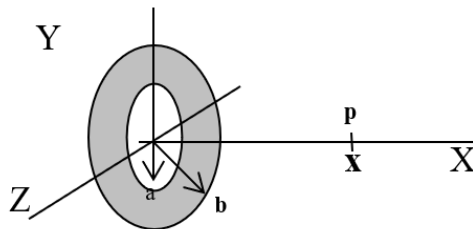
- 14- Calcular el trabajo necesario para trasladar cuasiestáticamente una carga  $q_p = 1 \times 10^{-5} \text{ C}$  desde un punto  $A(2, 3) \text{ m}$  a un punto  $B(-1, -2) \text{ m}$  en un campo generado por las cargas  $q_1 = 2 \times 10^{-5} \text{ C}$  en  $P_1(0, 0)$  y  $q_2 = -5 \times 10^{-5} \text{ C}$  en  $P_2(3, -1) \text{ m}$ . Explicar en relación al signo (+ ó -) cual es el trabajo realizado por el campo y cuál por el agente externo.

#### Potencial eléctrico de una distribución homogénea de carga.

- 15- Una varilla de longitud  $L$  está a lo largo del eje  $x$  con su extremo izquierdo en el origen, (ver figura) y tiene una densidad de carga no uniforme  $\lambda = hx$ , donde  $h$  es una constante positiva. (a) ¿Cuáles son las unidades de la constante  $h$ ? (b) Calcular el potencial eléctrico en el punto A, y (c) Calcular el potencial eléctrico en el punto B sobre el eje Y.



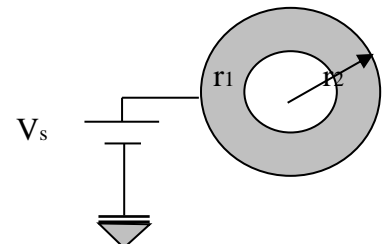
- 16- Determine una expresión para el potencial eléctrico en el punto  $p$  sobre el eje de la corona que se muestra en la figura. Esta tiene un radio interior  $a$  y un radio exterior  $b$  y una densidad superficial de carga  $\sigma$ .



#### Potencial eléctrico en el interior y el exterior de un conductor esférico.

- 17- Sean  $R_1 = 1.0 \text{ cm}$  y  $R_2 = 2.0 \text{ cm}$ , los radios de dos esferas sin carga. Se coloca una carga de  $2.0 \times 10^{-7} \text{ C}$  sobre la esfera pequeña y posteriormente se conecta mediante un alambre delgado muy largo a la esfera grande. Determinar para cada esfera, luego de conectarse una con otra: a) La carga. b) La densidad superficial. c) El potencial eléctrico.
- 18- Una esfera metálica hueca de radio interno  $r_1 = 10 \text{ cm}$  y radio externo  $r_2 = 15 \text{ cm}$ , está aterrizada a través de una batería tal como se ilustra en la figura. Si el campo eléctrico en un punto inmediato a la superficie es  $E = 300 \text{ V/m}$ , calcular:

- El potencial  $V_s$  de la batería.
- La carga  $Q_1$  y  $Q_2$  respectivamente en cada una de las superficies interna y externa de la esfera.
- El campo y el potencial en el centro de la esfera.



19-Una esfera metálica de 15 cm de radio tiene una carga total de  $3.0 \times 10^{-6}$  C.

- a) ¿Cuál es la magnitud del campo en la superficie de la esfera?
- b) ¿Cuál es el potencial eléctrico en la superficie de la esfera?
- c) ¿A qué distancia radial, medida desde la superficie de la esfera, habrá disminuido el potencial en 500 V?

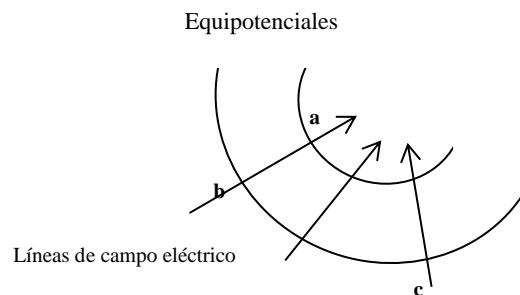
20-Sean  $R_1 = 10$  cm y  $R_2 = 15$  cm los radios de dos esferas conductoras sin carga y muy alejadas una de la otra. Se coloca una carga de  $+2.0$  nC sobre la esfera pequeña y una carga de  $-1.0$  nC en la grande. Si posteriormente se conectan las esferas mediante un alambre delgado muy largo hasta lograr el equilibrio electrostático y luego se retira el alambre, determinar para cada esfera: a) La carga. b) La densidad superficial. c) El potencial eléctrico.

21-Una gota esférica de agua con una carga de 32 pC tiene un potencial de 512 V en su superficie. (a) ¿Cuál es el radio de la gota? (b) Si dos de tales gotas de la misma carga y radio se combinan para formar una sola gota esférica, ¿cuál es el potencial en la superficie de la nueva gota así formada?

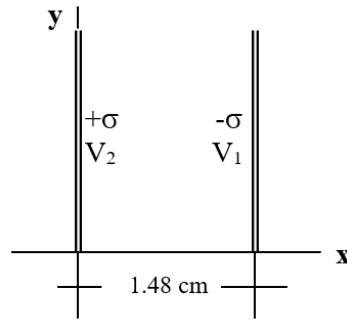
### Gradiente de potencial. Cálculo de E a partir de V.

22-Al moverse desde **a** hasta **b** a lo largo de una línea de un campo eléctrico, éste realiza un trabajo de  $3.94 \times 10^{-19}$  J sobre un electrón en el campo que se ilustra en la figura. ¿Cuáles son las diferencias en el potencial eléctrico

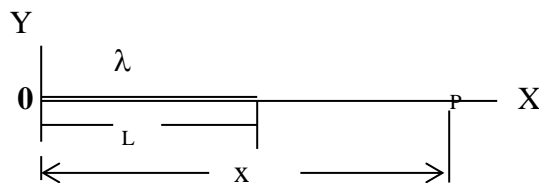
- (a)  $V_b - V_a$ ,
- (b)  $V_c - V_a$ ,
- (c)  $V_c - V_b$ ?



- 23-Dos placas conductoras paralelas y bastante grandes están separadas una distancia  $d = 1.48 \text{ cm}$  y contienen cargas iguales, pero de signos contrarios sobre sus superficies enfrentadas. La placa negativa hace tierra y se considera que su potencial es cero. Si el potencial en medio de las placas es de  $+5.52 \text{ V}$ , determinar:
- El campo eléctrico entre las placas.
  - La magnitud de la densidad superficial de carga  $\sigma$ .
  - La diferencia de potencial entre las placas.



- 24-Considérese una carga puntual con  $q = 1.5 \times 10^{-8} \text{ C}$ . (a) ¿Cuál es el radio de una superficie equipotencial que tenga un potencial de  $30 \text{ V}$ ? (b) ¿Estarán espaciadas uniformemente las superficies cuyos potenciales difieren en una cantidad constante (digamos, de  $1.0 \text{ V}$ )?
- 25-En un segmento de longitud  $L$  se encuentra uniformemente distribuida una carga con densidad lineal  $\lambda$ . (a) Determinar el potencial electrostático en el punto  $\mathbf{p}$  que se indica en la figura, (considerar que es cero en el infinito). (b) Utilizar el resultado obtenido en (a) para calcular la componente del campo eléctrico en  $\mathbf{p}$  en la dirección  $x$ , a lo largo de la línea. (c) Determinar la componente del campo eléctrico en  $\mathbf{p}$ , perpendicular a la dirección de la línea.



- 26-El potencial eléctrico en una cierta región del espacio viene dado por:  $V(x) = C_1 - C_2 x^2$ , con unidades  $V(x)$  en volt,  $x$  en metros y  $C_1$  y  $C_2$  son constantes positivas. (a) ¿Cuál es el significado de  $C_1$ ? (b) Hallar el campo eléctrico  $E(x)$  en esta región.
- 27-El potencial eléctrico en cierta región del espacio viene dado por  $V = 2x + y^2 - 7$ . Determinar el ángulo entre el campo eléctrico  $\mathbf{E}$ , y la dirección del eje " $x$ " positivo en un punto " $\mathbf{p}$ " cuyas coordenadas son  $(1, 2, 0)$  en metros.

## **RESPUESTAS DISCUSIÓN 2**

- 1)  $-2.586 \text{ Kq}^2/\text{a}$
- 2)  $1.56 \times 10^3 \text{ N/C}$
- 3)  $0.205 \text{ m}$
- 4)  $1.43 \text{ nm}$
- 5)  $2 \times 10^{-11} \text{ m}$
- 6)  $-2.75 \text{ } \mu\text{J}$
- 7)  $8.96 \times 10^4 \text{ kg}$
- 8)  $-38.9 \text{ V}$ , el origen
- 9)  $-71 \text{ V}$
- 10)  $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$
- 11)  $-58 \text{ V}$
- 12)  $2.25 \text{ m}$
- 14)  $0.306 \text{ J}$
- 15) a)  $\frac{C}{m^2}$     b)  $kh[L - a \ln(\frac{L+a}{a})]$     c)  $kh[(L^2+b^2)^{1/2} - b]$
- 16)  $2\pi K\sigma[(b^2 + x^2)^{1/2} - (a^2 + x^2)^{1/2}]$
- 17) a)  $66.7 \text{ nC}$ ,  $133.3 \text{ nC}$  b)  $53.1 \text{ } \mu\text{C/m}^2$ ,  $26.5 \text{ } \mu\text{C/m}^2$  c)  $60 \text{ kV}$
- 18) a)  $45 \text{ V}$  b)  $Q_1 = 0$ ,  $Q_2 = 7.5 \times 10^{-10} \text{ C}$  c)  $E = 0$ ,  $V = 45 \text{ V}$
- 19) a)  $1.2 \times 10^6 \text{ V/m}$     b)  $1.80 \times 10^5 \text{ V}$     c)  $0.04 \text{ cm}$
- 20) a)  $400 \text{ pC}$ ,  $600 \text{ pC}$  b)  $3.2 \text{ nC/m}^2$ ,  $2.1 \text{ nC/m}^2$  c)  $36 \text{ V}$
- 21) a)  $0.562 \text{ mm}$     b)  $813 \text{ V}$
- 22) a)  $2.46 \text{ V}$  b)  $2.46 \text{ V}$  c)  $0 \text{ V}$
- 23) a)  $746 \text{ V/m}$  b)  $6.6 \text{ nC/m}^2$  c)  $11.04 \text{ V}$
- 24) a)  $4.5 \text{ m}$
- 25) a)  $k\lambda \ln\left(\frac{x}{x-L}\right)$  b)  $k\lambda\left[\frac{L}{x(x-L)}\right]$  c)  $0$
- 26) b)  $2C_2X$
- 27)  $117^\circ$