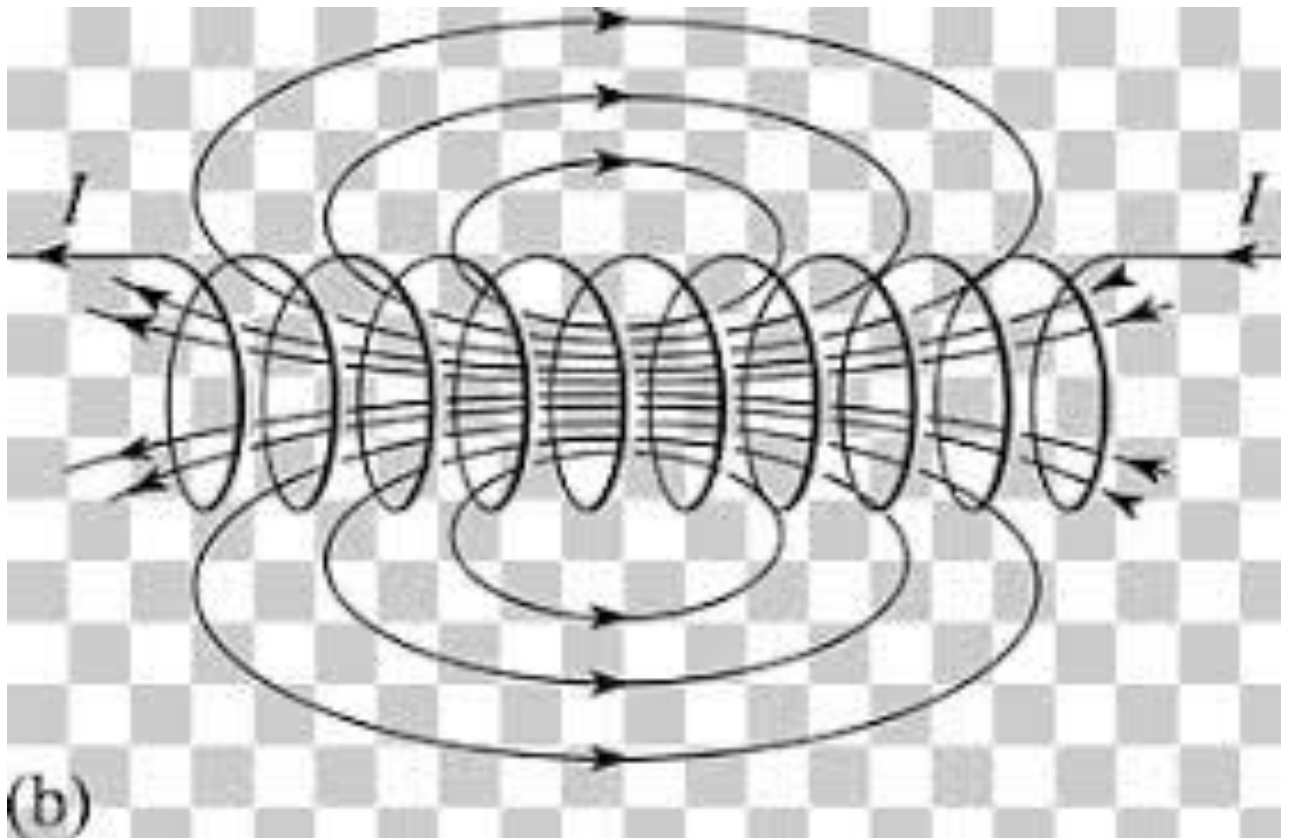


FACULTAD DE CIENCIAS
BIOQUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS

Universidad Nacional de Rosario

FÍSICA II



1er. Cuatrimestre

-2020-

Física II (1er. Cuatrimestre 2020)

Cuestionario N°1

Tema: Carga eléctrica – Ley de Coulomb

- P1)** a) ¿Cómo es posible determinar si un objeto está cargado eléctricamente?
b) ¿Es posible saber si su carga es negativa o positiva? Explique.

P2) Explicar cómo cargar una esfera con una barra de vidrio cargada positivamente sin que la barra toque la esfera. Compare el signo de la carga así obtenida en la esfera, con la se obtendría si la esfera se cargase por contacto con la barra.

P3) Al peinar el cabello seco con un peine de caucho, el peine adquiere una carga neta negativa. Entonces, el peine cargado podrá usarse para atraer y recoger pequeños trozos de papel no cargado. Esto parecería violar la ley de la fuerza de Coulomb. Como el papel no tiene carga neta, cabría esperar que no hubiera fuerza eléctrica sobre él. ¿Qué mecanismo de carga explica este fenómeno, y cómo lo explica?



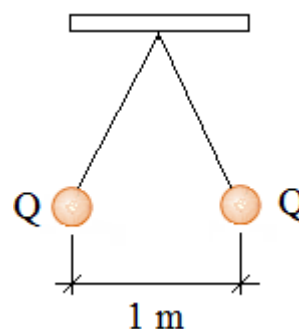
- a) La conducción, b) la fricción o c) la polarización.

P4) Si se pudiesen agrupar todas las cargas positivas que contiene un mol de gas hidrógeno (diatómico) en una sola carga y todas las negativas en otra, ¿qué fuerza se ejercerían entre sí esas dos cargas agrupadas si estuvieran separadas una distancia igual al diámetro terrestre?

- P5)** a) Encontrar la fuerza de atracción eléctrica entre el protón y el electrón en un átomo de hidrógeno. Suponer que el electrón describe una órbita circular de radio a_0 alrededor del protón en reposo.
b) Comparar esta fuerza con la fuerza de atracción gravitatoria entre dichas partículas.

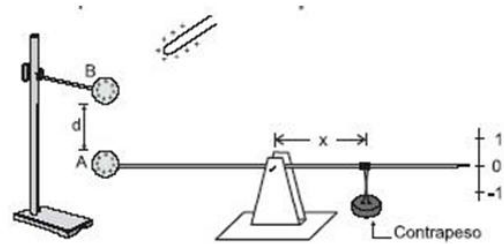
P6) Dos esferas similares de masa m cuelgan de hilos de seda de longitud L . Ambas esferas están cargadas con cargas eléctricas Q (iguales).

- a) Determinar la expresión de la separación x en función de los valores de Q y m .
b) ¿Qué sucede si las esferas tienen cargas diferentes e igual masa?
c) ¿Qué pasaría si las masas son distintas?

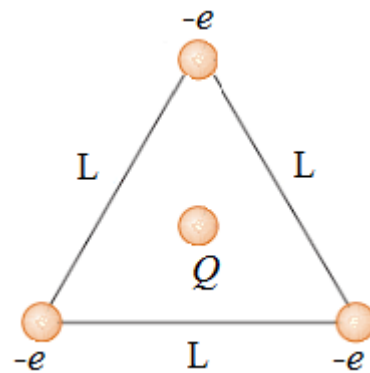


P7) Las esferas metálicas que se muestran en la figura se cargan con $1 \mu\text{C}$ cada una. La balanza se equilibra al situar el contrapeso a una distancia x del eje. Se pone una tercera esfera a una distancia $2d$ por debajo de la esfera A y cargada con $-2 \mu\text{C}$. Para equilibrar la balanza se debe:

- agregar carga positiva a la esfera A
- mover la esfera B hacia abajo
- mover el contrapeso a la derecha
- mover el contrapeso a la izquierda



P8) En los vértices de un triángulo equilátero de lado L se han situado tres cargas negativas $-e$. Si en el centro de gravedad del triángulo se sitúa una carga de magnitud Q , determine el valor que debe poseer esa carga para mantener el sistema en equilibrio.



Física II (1er. Cuatrimestre 2020)

Cuestionario N° 2

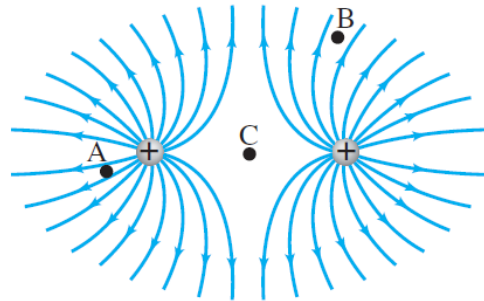
Tema: Campo eléctrico – Ley de Gauss

P1) Queremos determinar el campo eléctrico en un punto cerca de una esfera de metal cargada positivamente (un buen conductor). Hacemos esto acercando una pequeña carga de prueba q_0 a este punto y luego medimos la fuerza F_0 sobre ella. ¿El cociente F_0/q_0 será mayor que, menor que o igual al campo eléctrico que había en ese punto antes de que estuviera presente la carga de prueba?

P2) Dos cargas puntuales de magnitudes y signos desconocidos están separadas una distancia “d”. La intensidad del campo eléctrico es cero en un punto situado entre ellas, en la línea que las une. ¿Que puede deducir respecto de las cargas?

P3) Una carga positiva y otra negativa de la misma magnitud se hallan en una línea recta. ¿Qué dirección y sentido posee el campo eléctrico E en los puntos de esta línea que se encuentran a) entre las cargas, b) fuera de las cargas y cercana a la carga positiva, c) fuera de las cargas y cercana a la carga negativa y d) fuera de la línea, pero en un punto equidistante de las cargas?

P.04) Considere el campo eléctrico en los tres puntos A, B y C mostrados en la figura 21-51. Dibuje primero una flecha en cada punto indicando la dirección de la fuerza neta que experimentaría una partícula de prueba positiva, localizada en ese punto; luego, liste los tres puntos en orden *decreciente* de la intensidad del campo (comenzando con el más intenso).

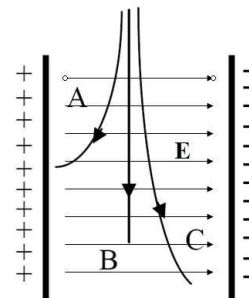


P5) Si se ubica un objeto conductor esférico inicialmente descargado en un campo eléctrico exterior constante.

- a) ¿cómo se modifica la distribución de cargas del conductor? ¿Adquiere éste carga neta?
- b) ¿cómo se modifican las líneas de campo?

P6) Un haz de partículas constituido por protones, neutrones y electrones, penetra en un campo uniforme formado por dos placas electrizadas. Se observa que el haz se divide en tres como se indica en la figura.

- a) ¿Cuál de las partículas citadas constituye el haz A, el B y el C?
- b) ¿Por qué la curvatura del A es más acentuada que la del C?

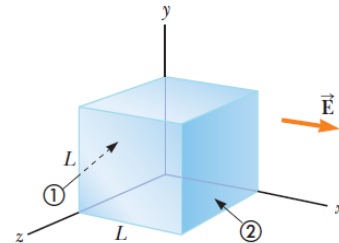


P7) La figura muestra las líneas de fuerza de un campo eléctrico; el espaciamiento entre ellas, perpendicular a la página, es igual en todas partes. a) Si la magnitud del campo en A es 40 N/C, ¿qué fuerza



(magnitud) experimenta un electrón allí? b) ¿Qué magnitud tiene el campo en B? ¿La fuerza que experimentaría el electrón es mayor en A o en B?

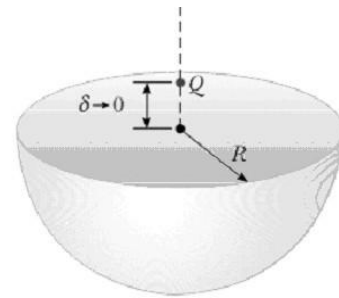
P8) a) Considere un campo eléctrico uniforme orientado en la dirección x . Determine el flujo eléctrico a través de cada superficie de un cubo con bordes L orientados como se muestra en la figura. ¿Cuánto vale y flujo neto?



b) Si la superficie en la figura fuese esférica, ¿la respuesta sería a) mayor que, b) menor que o c) igual al flujo eléctrico neto que se encontró para la superficie cúbica?

P9) Una carga puntual Q se localiza justo arriba del centro de la cara plana de un hemisferio de radio R , como muestra la figura. Determinar el flujo eléctrico a través de:

- la superficie curva,
- la cara plana.



P10) Una carga Q puntual se encuentra en el centro de un globo de radio r . El globo se infla de manera tal que la carga siempre permanece en el centro del mismo.

a) Explique qué sucede con el campo eléctrico en la superficie del globo a medida que este se infla.

b) ¿Qué sucede con el flujo del campo eléctrico sobre la superficie del globo? Justifique sin utilizar la ley de Gauss y utilizando dicha ley.

Considere que el espesor del globo es despreciable, de manera tal que no afecta considerablemente al campo eléctrico.

P11) Suponga que una carga puntual $+Q$ está en el espacio vacío. Con guantes de goma, proceda a rodear la carga con un cascarón conductor esférico concéntrico. ¿Qué efecto tendrá sobre las líneas de campo de la carga?

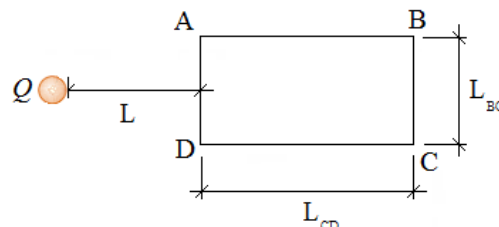
P12) El aire seco se rompe y genera una chispa si el campo eléctrico excede cerca de 3×10^6 N/C. ¿Cuánta carga podría haber dentro de la superficie de una esferita metálica (diámetro de 0.75 cm) antes de se descargue espontáneamente?

Física II (1er. Cuatrimestre 2020)

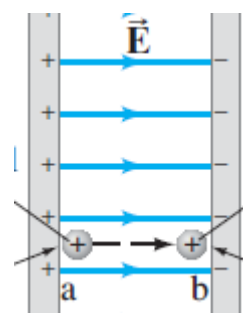
Cuestionario N° 3

Tema: Potencial eléctrico – Energía potencial eléctrica

P1) Una carga Q situada a una distancia L de un cuadrilátero genera un campo electrostático (ver figura siguiente). Una carga q recorre el cuadrilátero ABCD hasta volver al punto de partida. ¿Qué trabajo total realiza la fuerza eléctrica sobre q durante este desplazamiento?

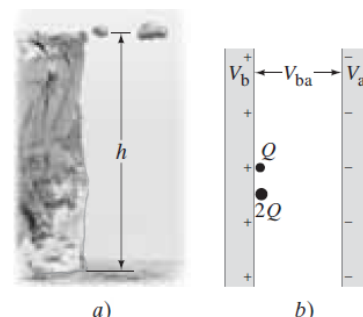


P2) El campo eléctrico producido entre dos placas paralelas con cargas iguales y opuestas; suponemos que su separación es pequeña en comparación con su largo y su ancho, así que el campo debe ser uniforme sobre la mayor parte de la región entre las placas.

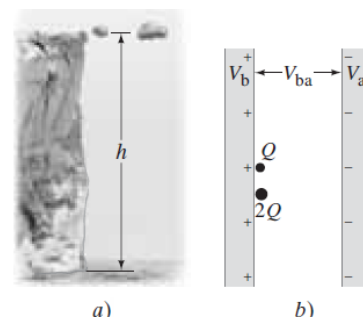


a) Ahora considere una pequeña carga puntual positiva q localizada en el punto a muy cerca de la placa positiva, como se muestra en la figura. Esta carga q es tan pequeña que no afecta el campo eléctrico. La carga q en el punto a se deja en libertad, discutir su movimiento, la variación del potencial eléctrico, el trabajo de la fuerza eléctrica, la variación de energía potencial.

b) Discuta los puntos anteriores si se suelta un electrón en el punto b .



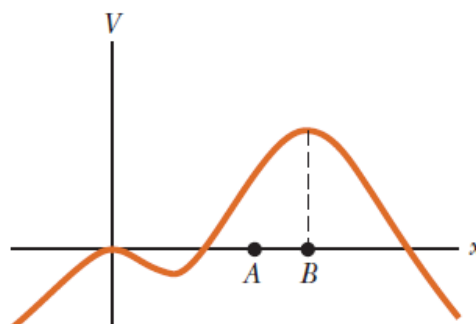
P3) Analice las similitudes que presenta el potencial eléctrico con el caso gravitatorio observando las figuras.



P4) Si una partícula con carga negativa se coloca en reposo en un campo eléctrico donde el potencial eléctrico aumenta en la dirección x positiva, ¿la partícula a) acelerará en la dirección x positiva, b) acelerará en la dirección x negativa o c) permanecerá en reposo?

P5) a) La figura es una gráfica de un potencial eléctrico como función de la posición. Si una partícula con carga positiva se coloca en el punto A , ¿cuál será su movimiento posterior? ¿a) Irá a la derecha, b) irá a la izquierda, c) permanecerá en el punto A o d) oscilará en torno al punto B ?

b) Si una partícula con carga negativa se coloca en el punto B de la figura y se le da un ligero empujón hacia la derecha, ¿cuál será su movimiento posterior? ¿a) Irá a la derecha y no regresará, b) irá a la izquierda, c) permanecerá en el punto B o d) oscilará en torno al punto B ?

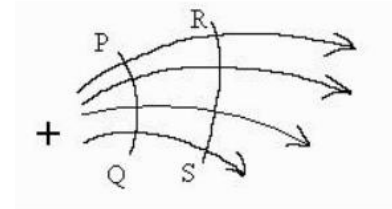


P6) Las líneas equipotenciales:

- a) Son paralelas a las líneas de fuerza
- b) Son perpendiculares a las líneas de fuerza
- c) Su ángulo con respecto a las líneas de fuerza depende de la distribución de carga
- d) Indican la dirección de movimiento de una carga positiva de prueba
- e) Siempre están separadas por la misma distancia.

P7) En la figura:

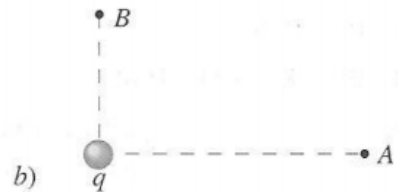
- a) El arco PQ representa un campo eléctrico
- b) El arco RS es una línea equipotencial
- c) Los arcos PQ y RS están al mismo potencial eléctrico
- d) La flecha superior está a mayor potencial que la inferior
- e) La carga positiva está en el lugar equivocado



P8) Se tiene una carga puntual de valor q . Considere el punto A que está a una distancia d de la carga y el punto B que se halla a una distancia $d/2$ diametralmente opuesta, como se muestra en la figura a).



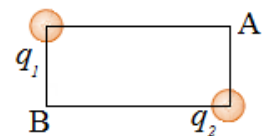
- a) Calcule la diferencia de potencial $V_A - V_B$.
- b) Repita el ejercicio si los puntos A y B están situados como en la figura b) a las distancias anteriores. Interprete...



P9) Considérense 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 .

P10) En el rectángulo de largo l y altura h mostrado en la figura se colocan dos cargas q_1 y q_2

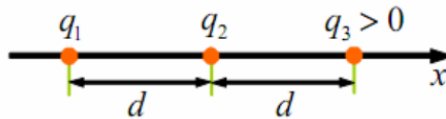
- a) ¿Cuáles son los potenciales eléctricos en la esquina B y en la esquina A?
- b) ¿Cuánto trabajo externo se requiere para mover a una tercera carga q_3 positiva desde B hasta A a lo largo de una diagonal del rectángulo?



- c) En este proceso, ¿se convierte el trabajo externo en energía potencial electrostática o viceversa? Explique.

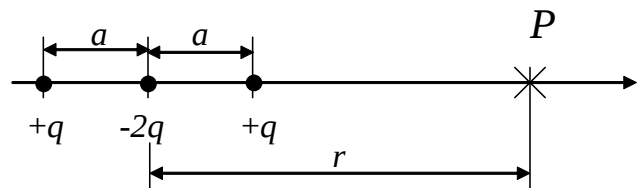
P11) Tres partículas mutuamente separadas una distancia d , se encuentran alineadas sobre el eje x . las cargas q_1 y q_2 se mantiene fijas. La carga q_3 tiene libertad de movimiento pero, de hecho, permanece en reposo.

- ¿Cuánto vale el campo eléctrico en el punto donde se encuentra q_3 ? (justifique)
- ¿Cuál es la relación que existe entre q_1 y q_2 ?
- ¿En cuanto varía la energía de configuración del sistema de cargas si q_3 se encuentra a una distancia d a la izquierda de q_1 ?



- P12)** a) Estudie la energía de configuración de un dipolo.
b) Encuentre una expresión del potencial del dipolo para un punto alejado.

P13) Un par de dipolos eléctricos dispuestos como en la figura se denomina cuadrupolo.



- ¿Cuál es la energía del sistema?
- Encontrar el valor del campo eléctrico en un punto P , situado sobre el eje del cuadrupolo, a una distancia r ($r \gg a$) de su centro.

Guía de Problemas n° 1

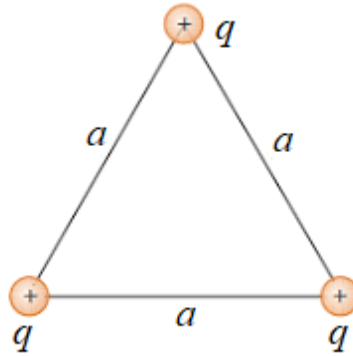
LEY DE COULOMB

1) Una carga de $+3 \mu\text{C}$ se coloca en el origen de un sistema de coordenadas. Otra de $-1.5 \mu\text{C}$ se halla en la posición P_1 : (12 cm; 0).

a) Hallar la fuerza que actúa sobre cada carga.

b) ¿Cuál sería la fuerza entre estas cargas si se encuentran dentro de un medio diferente al vacío con $\kappa = 78$? Un modo de tener en cuenta el fenómeno es reemplazar la permitividad del vacío ϵ_0 por la permitividad en el medio ϵ donde la relación entre estas constantes es $\epsilon_0 / \epsilon = \kappa$ (adonde κ es la constante dieléctrica).

2) En los vértices de un triángulo equilátero de lado $a = 35 \text{ cm}$ hay cargas puntuales de 2 nC cada una.



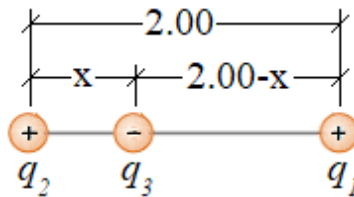
¿Cuál será la magnitud y dirección de la fuerza eléctrica resultante sobre:

a) la carga del vértice superior del triángulo?

b) la carga del vértice inferior derecho del triángulo?

c) una carga de 3 nC ubicada en el centro del triángulo? (¿Cuál es la ubicación geométrica del centro?)

3) En la figura se muestran tres cargas puntuales ubicadas sobre el eje X y se indican las posiciones de $q_1 = 7 \mu\text{C}$ y $q_2 = 14 \mu\text{C}$. Determinar la posición x de equilibrio si q_3 es una carga negativa.



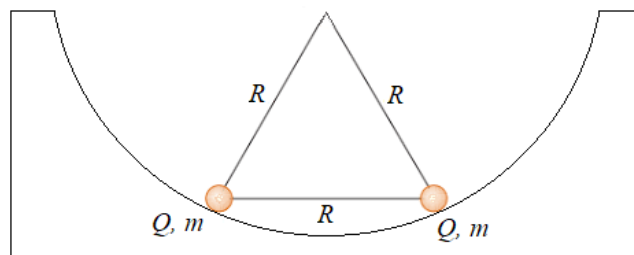
4) En la configuración análoga a del problema anterior, los valores de las cargas q_1 y q_2 son iguales y son del mismo signo. Una carga q_3 es de igual signo que las anteriores. (en esta situación, ¿cuál es la posición de equilibrio de q_3 ?)

a) Manteniendo q_1 y q_2 fijas, se desplaza q_3 a una pequeña distancia hacia la derecha de su posición de equilibrio, ¿Cómo será el movimiento de q_3 ? ¿Cómo es el equilibrio? Suponga que sólo puede moverse a lo largo del eje X.

b) Si el desplazamiento de q_3 es de una distancia hacia arriba de su posición de equilibrio, ¿Cómo será el movimiento de q_3 ? ¿Cómo es el equilibrio?

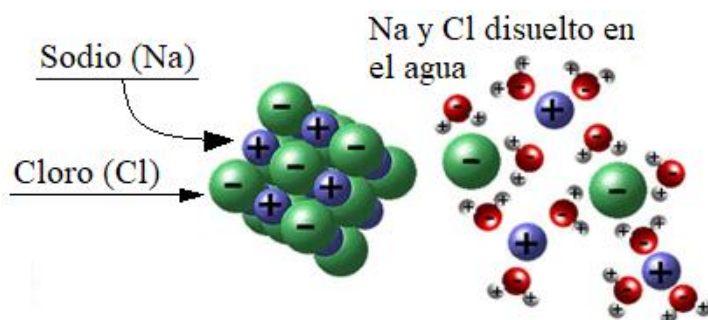
c) Plantear nuevamente estas situaciones, considerando que q_3 es de signo opuesto al de q_1 y q_2 .

5) Se colocan dos bolitas cargadas, ambas de masa $m = 25$ g e igual carga Q en el fondo de un recipiente semiesférico de radio $R = 12$ cm, el cual es aislante y no presenta rozamiento. Las bolitas se mueven hasta que quedan en equilibrio a una distancia R . Determinar el valor de la carga Q . (¿A cuántas unidades elementales de carga equivale ese valor de Q ?)



6) El cristal iónico NaCl consiste en un conjunto regularmente espaciado de iones cloro y sodio. Los iones cloro, de carga negativa, y los iones sodio con carga positiva, interactúan por medio de la fuerza manteniendo la estructura del cristal (¿Cuánto vale la carga de cada uno de los iones?)

a) La separación mínima entre iones de carga opuestas, en el cristal, es de 2.81×10^{-10} m. ¿Cuánto vale la fuerza entre un par de iones próximos?



b) (Utilizando la relación de las constantes de permitividad del inciso b del ejercicio 1) En el proceso de disolución de NaCl en agua, las fuerzas eléctricas entre cargas aparecen disminuidas respecto de lo que ocurre en el vacío. La constante dieléctrica para el agua a 25°C es $\kappa = 78$. Suponiendo que la separación entre iones de la disolución aumenta diez veces el valor que tenía en el cristal, y además el medio en que los iones están inmersos es agua ¿cuánto vale en este caso la fuerza entre un par de iones de signos opuestos?

Guía de Problemas nº 2

CAMPOS ELÉCTRICOS CREADOS POR CARGAS PUNTUALES

1) Dos cargas puntuales $q_1 = 5.3 \mu\text{C}$ y $q_2 = 7.4 \mu\text{C}$, están separadas 4.65 m entre si.

a) Determinar el vector campo eléctrico en el sitio donde está ubicada q_2 .

b) Determinar el vector campo eléctrico en el sitio donde está ubicada q_1 .

c) Determinar el vector campo eléctrico en la mitad del segmento que une las cargas.

2) Una esfera que pesa 0.8 gf se mantiene en equilibrio en una zona donde el campo eléctrico es vertical y está dirigido hacia abajo, y tiene una intensidad de 360 N/C. ¿Cuánto vale la carga de la esfera?

3) a) Determinar la fuerza resultante sobre que las cargas q_1 y q_2 ejercen sobre q_3 .

b) Hallar el vector campo eléctrico en el punto C.

Datos:

$$q_1 = 4.3 \text{ mC}$$

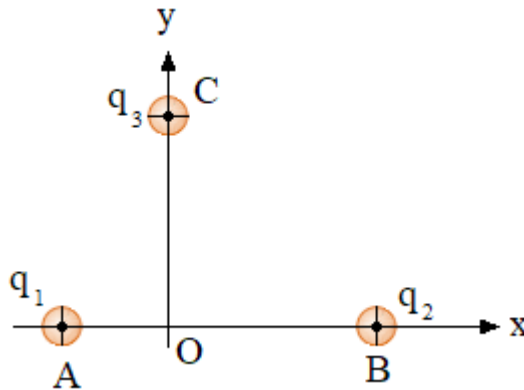
$$q_2 = -6.2 \text{ mC}$$

$$q_3 = -0.2 \text{ mC}$$

$$d_{AO} = 1.2 \text{ m}$$

$$d_{BO} = 2.5 \text{ m}$$

$$d_{CO} = 2.8 \text{ m}$$



4) Se tienen dos cargas puntuales $q_A = 15 \mu\text{C}$ y $q_B = -8 \mu\text{C}$ separadas 1.2 m. Hallar el punto (o los puntos), en el plano del papel, donde el campo eléctrico resultante se anula.



Para pensar: ¿Existe más de una respuesta? (explicar)

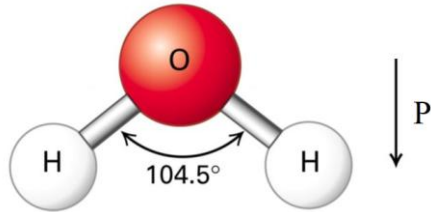
¿Es posible que el campo se anule en puntos que no pertenezcan a este plano?

¿Es posible hallar un par de valores de cargas tal que el campo resultante no se anule nunca (salvo en el infinito)?

5) a) Dibujar esquemáticamente las líneas de campo generadas por un par de cargas puntuales de valores $+Q$ y $+Q$ separadas a una distancia d .

b) realizar el esquema de las líneas de campo cuando las cargas valen $+Q$ y $-Q$ (dipolo).

6) a) La molécula de agua tiene un momento dipolar (en fase gaseosa) de 6.16×10^{-30} Cm (1.85 D)*. Este momento dipolar se debe al desbalance geométrico de las cargas (exceso de cargas negativas en el oxígeno y positivas en los hidrógenos). El ángulo entre los enlaces O-H es de 104.5° y la longitud de los mismos es de 96 pm. En base a los datos, estimar el valor de la carga q del dipolo.



b) Una molécula simétrica tal como CO_2 no tiene momento dipolar. ¿Por qué?

* Nota: los momentos dipolares se suelen expresar en unidades Debye (D). ¿A qué equivale un Debye en unidades del S.I?

Problemas propuestos y preguntas correspondientes a las Guías 1 y 2:

P1) Al caminar sobre una alfombra, en un día seco, una persona recibió por fricción una carga negativa de $64 \mu\text{C}$. Después, al tocar la puerta de salida, esa persona sintió una descarga. ¿Cuántos electrones pasaron de la alfombra a la persona y de la persona a la puerta? Datos: e (carga del electrón) = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Respuesta: 4×10^{14} electrones

P2) Dos esferas metálicas montadas sobre soportes aislantes están en contacto. ¿Cómo podrían cargarse eléctricamente sin tocarlas? ¿De qué signo será la carga que tendrán? Se dispone de una varilla de plástico que se ha frotado y se encuentra cargada.

P3) Calcular la velocidad tangencial del electrón en el átomo de hidrógeno y su velocidad angular. ¿Qué trabajo realiza la fuerza eléctrica? Asuma que el electrón describe una órbita circular y que se aplican los conceptos de la Física clásica.

Respuesta: $v = 2.18 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\omega = 4.13 \times 10^{16} \text{ rad/s}$

P4) ¿Bajo qué condiciones es posible considerar que dos esferas cargadas se comportan como cargas puntuales?

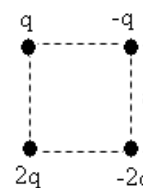
P5) La suma de las cargas de dos pequeñas esferas es de $3 \times 10^{-10} \text{ C}$. ¿Cuál es la carga sobre cada esfera si se repelen con una fuerza de $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ cuando están separadas una distancia de 3 cm ?

Respuesta: $q_A = 2 \times 10^{-10} \text{ C}$; $q_B = 10^{-10} \text{ C}$

P6) Si se pudiesen agrupar todas las cargas positivas que contiene un mol de gas hidrógeno (diatómico) en una sola carga y todas las negativas en otra, ¿qué fuerza se ejercerían entre si esas dos cargas agrupadas si estuvieran separadas una distancia igual al diámetro terrestre?

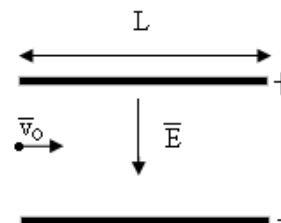
Respuesta: $2.07 \times 10^6 \text{ N}$

P7) ¿Cuál es la fuerza que actúa sobre la carga del vértice inferior izquierdo del cuadrado de la figura si $q = 10^{-7} \text{ C}$ y $a = 5 \text{ cm}$?



Respuesta: $F = 0.175 \text{ N}$; $\alpha = -15.3^\circ$

P8) El campo eléctrico entre dos placas paralelas cargadas es de 10000 N/C , la separación entre las mismas es de 1 cm y su longitud (L) es de 2 cm . Se lanza un electrón en dirección perpendicular al campo con velocidad $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$, como se indica en la figura.



- Hallar su desviación transversal al salir de las placas.
- Hallar su velocidad al salir de las placas.
- ¿Cómo varió la energía cinética del electrón a la salida de esa zona del espacio?

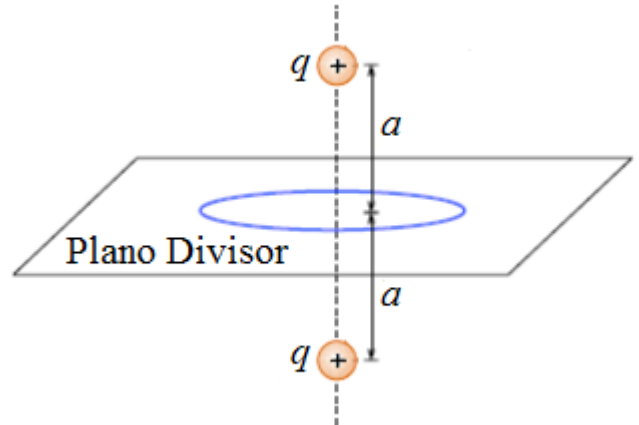
Respuesta: a) $\Delta y = 3.5 \text{ m}$; b) $v = 10.6 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\alpha = 19.34^\circ$;
c) $\Delta E_0 = 5.6 \times 10^{-18} \text{ J} = 35 \text{ eV}$

Guía de Problemas nº 3

LEY DE GAUSS – DISTRIBUCIONES DE CARGAS NO PUNTUALES

1) Una carga $q = 2 \mu\text{C}$ se coloca en el centro de un cubo de 0.5 cm de lado. ¿Cuánto vale el flujo a través de la superficie del cubo?

2) Dos cargas puntuales positivas $+q$ están separadas por una distancia $2a$. Por el punto medio del segmento que las une se traza un plano perpendicular al mismo. El lugar de los puntos en que el campo eléctrico sobre el plano es máximo es, por razón de simetría, una circunferencia. Encuentre su radio.



3) Una esfera conductora maciza tiene radio R y carga neta Q .

a) Determinar la forma en que se distribuye la carga en la esfera, justificándola mediante la ley de Gauss.

b) Hallar la expresión del campo eléctrico en todo el espacio, empleando la Ley de Gauss cuando sea posible.

c) Graficar el módulo del campo en función de la distancia al centro de la esfera.

d) El radio de la esfera es $R = 0.8 \text{ cm}$. Se conoce que el campo a 1.5 cm del centro de la esfera vale $4.3 \times 10^{-3} \text{ N/C}$ y está dirigido hacia el centro. ¿Cuánto vale la carga Q ?

e) ¿Cuánto vale el campo a 0.32 cm del centro de la esfera?

f) Dibujar las líneas de campo eléctrico.

4) Una carga puntual $Q = 34 \text{ nC}$ está ubicada en el centro de una esfera hueca, conductora, eléctricamente neutra, de radio interior $R_A = 4 \text{ cm}$ y radio exterior $R_B = 5.5 \text{ cm}$.

a) Determinar la distribución de la carga inducida en la esfera hueca. Graficar las líneas de campo.

b) Empleando la ley de Gauss, hallar el campo eléctrico en todo espacio.

c) Graficar el módulo del campo en función de la distancia a la carga puntual.

d) Hallar los valores de densidad superficial de carga (σ) en cada una de las superficies de la esfera.

5) Una esfera maciza conductora de radio $R_1 = 5$ cm, tiene carga $Q_1 = 7.5$ nC. Está rodeada de otra esfera conductora hueca, concéntrica con la anterior, que tiene carga $Q_2 = 8$ nC. Los radios de la esfera exterior son $R_2 = 10$ cm y $R_3 = 12$ cm, respectivamente.

a) Determinar de qué manera se distribuyen las cargas en las esferas.

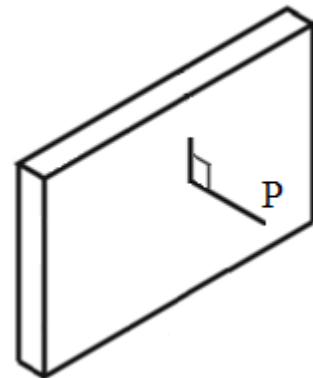
b) Dibujar las líneas de campo eléctrico.

6) Dos cilindros conductores coaxiales infinitamente largos tiene distribución lineal de carga, λ y -2λ , respectivamente. El cilindro interior, macizo, tiene radio R_1 y el exterior tiene un hueco de radio R_2 , siendo R_3 el radio de su superficie exterior.

a) Determinar de qué manera se distribuyen las cargas en los cilindros.

b) Dibujar las líneas de campo eléctrico.

7) a) Determinar la forma que tiene las líneas de campo eléctrico generado por una placa plana, no conductora, delgada, muy grande, de área A y densidad de carga σ uniformemente distribuida, de manera que la distribución superficial de carga sea constante en las superficies izquierda y derecha. Dibujar las líneas de campo eléctrico a ambos lados de la placa.



b) Utilizando la ley de Gauss calcular el módulo del campo eléctrico (en el exterior de la placa) en puntos P ubicados en posiciones aproximadamente centrales y no muy alejadas de la placa.

c) Calcular la fuerza que la lámina ejerce sobre un electrón cercano al centro de la misma, considerando que $\sigma = 3.4 \times 10^{-10}$ C/m². La fuerza, ¿es atractiva o repulsiva?

d) Determinar las semejanzas y diferencias con los resultados anteriores si la placa fuera conductora.

8) Una esfera pequeña de masa $m = 10$ g y carga 1.6 μ C está suspendida de un hilo de seda que forma un ángulo de 10° con respecto a una gran placa conductora vertical cargada con una distribución superficial de carga σ .

a) ¿Cuánto vale el campo eléctrico ejercido sobre la esfera?

b) Hallar el valor de σ .

9) Una esfera conductora de radio 5 cm está rodeada por un cascarón esférico concéntrico de radio interno 10 cm y radio externo 12 cm. La esfera tiene carga $-Q$ y el cascarón exterior una carga $+3Q$. Las cargas están en equilibrio electrostático y $Q = 5 \text{ nC}$. Utilizando la ley de Gauss, determine las cargas y los campos eléctricos presentes en todas partes.

10) Dos placas conductoras planas y paralelas de áreas A iguales, separadas una distancia d , están cargadas con cargas Q y $-Q$ respectivamente.

a) Determinar la forma en que se distribuyen las cargas en las placas y hallar la forma del campo eléctrico en el interior (cerca del centro de las placas) y en el exterior de las mismas, dibujando las líneas de campo.

b) Si el campo entre las placas vale $E = 720 \text{ N/C}$, hallar el valor de σ .

11) Un electrón se libera desde una placa conductora cargada negativamente y choca al cabo de 16 ns contra otra placa paralela conductora carga positivamente ubicada a una distancia $d = 1.8 \text{ cm}$ de la primera. Ambas placas tienen el mismo valor de distribución superficial de carga.

a) Calcular el campo eléctrico en la zona entre las placas.

b) Hallar la velocidad del electrón al chocar contra la segunda placa.

Valores típicos de algunos campos eléctricos

Condición	Campo E (N/C)
Tubo fluorescente	10
Atmósfera (buen tiempo)	1.3×10^2
Atmósfera (tiempo tormentoso)	1×10^4
Fotocopiadora	1×10^5
Descarga en el aire	3×10^6

Guía de Problemas n° 4

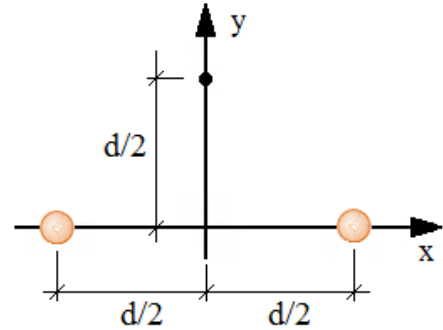
POTENCIAL ELÉCTRICO

1) Dos cargas de igual valor $q = -2.13 \mu\text{C}$ están fijas en el espacio y separadas una distancia $d = 1.96 \text{ cm}$, como se muestra en la figura.

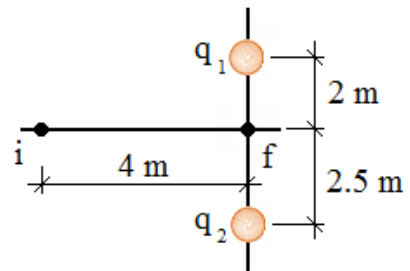
a) ¿Cuál es el potencial eléctrico en el punto C, ubicado una distancia $d/2$ sobre la recta perpendicular a la recta que pasa por las cargas?

b) Se acerca una tercera carga $Q = 1.91 \mu\text{C}$ muy lentamente desde el infinito hasta el punto C. ¿Cuál es el trabajo mínimo que debe realizarse?

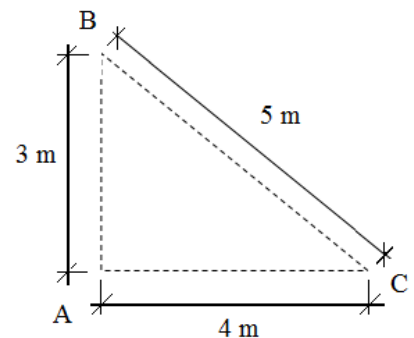
(Es necesario que actúe un agente externo para traer esa carga? Explique).



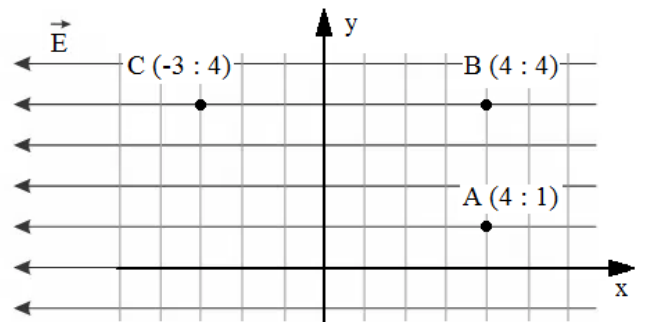
2) Las cargas q_1 y q_2 valen 6 nC y 4 nC respectivamente. Están fijas en las posiciones (expresadas en metros) que se indican en el dibujo. Calcular el trabajo mínimo que debe realizar un agente externo para mover una tercera carga de valor 5 nC entre los puntos i y f.



3) Se colocan cargas eléctricas de valores $q_A = 3$; $q_B = 5$ y $q_C = 4$, en los vértices de un triángulo rectángulo, como se muestra en la figura. Calcular el trabajo necesario para formar esa distribución de cargas, trayéndolas desde el infinito (llamada *energía de configuración*).



4) Un campo eléctrico uniforme $\vec{E} = -3000 \text{ N/C } \hat{i}$ apunta en dirección del eje X negativo, como se muestra en la figura. Las coordenadas x e y de los puntos A, B y C se indican en el diagrama (en metros). Determinar las diferencias de potencial ($V_A - V_B$), ($V_B - V_C$) y ($V_A - V_C$)



5) A una placa delgada no conductora de gran área se le aplicaron cargas a ambas superficies. Quedó con una densidad de carga $\sigma = 0.12 \mu\text{C}/\text{m}^2$ de cada lado.

a) ¿Cuál es la geometría de las superficies equipotenciales para esta distribución de carga?

b) ¿Cuál es la separación entre superficies equipotenciales cuyos potenciales difieren de 480 V? Realice un esquema.

c) Hallar la diferencia de potencial entre dos placas conductoras planas paralelas de gran tamaño, cargadas con cargas $+\sigma$ y $-\sigma$ que están separadas una distancia d , (donde $d = 15 \text{ cm}$ y $\sigma = 1.85 \times 10^{-8} \text{ C}/\text{m}^2$). Graficar la diferencia de potencial en función de la distancia entre las placas.

6) Se establece una ΔV de 1400 V entre dos placas planas separadas 3.4 cm. Un electrón parte del reposo desde la placa negativa.

a) ¿Cuánto vale la variación de energía potencial del electrón al llegar a la placa positiva? Expresar la respuesta en J y en eV.

b) ¿Con qué velocidad llega el electrón?

c) ¿Dependen estos resultados de la distancia entre las placas?

7) a) Hallar el potencial V (considerando como referencia que el potencial en el infinito es cero) creado por una carga puntual $Q_1 = 2.35 \text{ nC}$ en función de la distancia a la carga.

b) Calcular el potencial a una distancia de 5 cm de la carga.

c) Realizar la gráfica $V(r)$.

d) Si se busca hallar la distancia entre equipotenciales que tengan una diferencia de 10V entre sí, ¿es constante esa distancia? (*sugerencia*: emplear la gráfica de la parte c)

e) Hallar el valor del potencial creado por una carga $Q_2 = -2.35 \text{ nC}$, en función de la distancia a la carga. Graficarlo.

f) Calcular dicho potencial a una distancia de 7 cm de la carga.

8) En el átomo de hidrógeno, supongamos que el protón está fijo y que el electrón gira con MCU en una órbita de radio a_0 .

a) Calcular la energía cinética del electrón y su velocidad.

b) Hallar la energía de interacción entre las cargas.

c) Determinar la energía mecánica total del átomo.

d) Calcular el trabajo necesario para separar ambas partículas a una distancia infinita. Expresar dicho trabajo en electronvolts. (Este valor se conoce como energía de ionización).

9) Una esfera conductora de radio $R = 25 \text{ cm}$ está cargada con $Q = -3.2 \text{ nC}$.

a) ¿A qué potencial respecto del infinito se halla esta esfera?

b) ¿Cuánto vale el potencial a una distancia del centro de la esfera igual a $R/2$? ¿Cuánto vale el campo eléctrico en dicho punto?

c) Hallar a qué distancia del centro de la esfera el potencial es la mitad.

d) Graficar el potencial de la esfera en función de la distancia al centro de la misma. Comparar dicha gráfica con la de una carga puntual de valor $q = -3.2 \text{ nC}$ ubicada en el origen de coordenadas.

10) a) Demostrar que una esfera conductora de radio R que posee carga Q , tiene una energía:

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

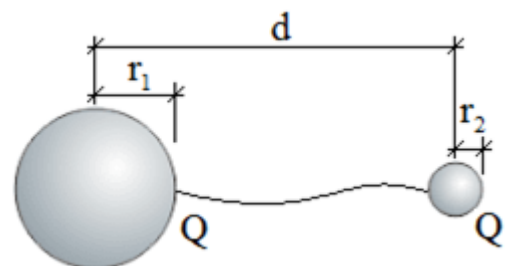
(sugerencia: utilizar $U = \int_0^Q dQV$)

Esta expresión ¿es adecuada para calcular la energía de una carga puntual aislada?

b) Hallar la energía del sistema de dos esferas cargadas, de radios $R_1 = 5 \text{ cm}$ y $R_2 = 4 \text{ cm}$ con cargas $Q_1 = 3.2 \text{ nC}$ y $Q_2 = 7.5 \text{ nC}$ respectivamente, que están separadas a una distancia $d = 2.3 \text{ m}$ (es decir, $d \gg R$)

11) Se tiene dos esferas conductoras. Inicialmente, las esferas de radio $r_1 = 12.2 \text{ m}$ y la radio $r_2 = 5.88 \text{ m}$ tienen cada una la cantidad de carga $Q = 28,6 \text{ nC}$.

Las esferas están separadas una distancia d , donde $d \gg r_1$. Se las conecta después por medio de un alambre conductor.



a) ¿Qué ocurre al conectarlas?

b) ¿Cuánto vale la carga final de cada esfera?

c) ¿Cuánto vale o potencial de cada una de ellas?

d) Determine la energía total del sistema formado por estas dos esferas, antes y después de conectarlas. Comparar y comentar el resultado.

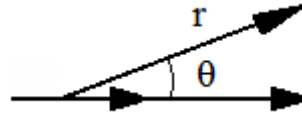
12) Hallar la diferencia de potencial entre dos esferas conductoras concéntricas de carga Q_1 y Q_2 . El radio de la esfera maciza interna es R_1 y la esfera exterior tiene un hueco de radio R_2 y su superficie exterior tiene R_3 .

Datos: $Q_1 = 4 \text{ nC}$; $Q_2 = -4 \text{ nC}$; $R_1 = 2.5 \text{ cm}$; $R_2 = 5 \text{ cm}$; $R_3 = 7 \text{ cm}$.

13) En un tubo de vacío se observa que la diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo (donde este último se considera a potencial 0) varía según la expresión $V(x) = 1530 x^2$, con V dado en voltios cuando la distancia x desde el ánodo está expresada en metros. Hallar el campo eléctrico en la posición $x = 1.28$ cm. Realice un esquema de $V(x)$.

14) El potencial eléctrico creado por un dipolo, en puntos alejados del mismo, depende de la distancia r al centro y de la orientación θ respecto del eje del dipolo, y tiene la expresión

$$V(r, \theta) = \frac{|p| \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



a) Calcular el potencial eléctrico de un dipolo cuyo momento dipolar es 4.8×10^{-30} C.m en un punto ubicado a una distancia de 1.1×10^{-9} m, y que está:

b1) a lo largo del eje del dipolo cerca de la carga positiva.

b2) a 45° por encima del eje pero cerca de la carga positiva.

b3) a 45° por encima del eje pero cerca de la carga negativa.

Realice un esquema de las distintas situaciones

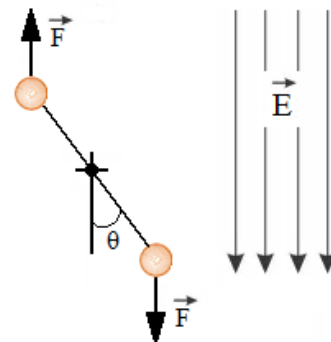
15) Un dipolo eléctrico experimenta un torque en un campo eléctrico exterior:

$$\tau = p \times E$$

a) Calcule el valor del torque para un dipolo de 7×10^{-31} C.m en un campo de 3000 N/C, cuando entre la orientación del dipolo y el campo exterior hay un ángulo $\theta = 22^\circ$.

b) La energía potencial de un dipolo en un campo eléctrico exterior es $U = -p \cdot E$. Determinar cuál es la orientación del dipolo respecto del campo E que presenta menor energía. Realice un esquema de la energía en función del ángulo θ .

c) Calcular la energía del dipolo en la posición del inciso a).



Problemas propuestos y preguntas correspondientes a las Guías 3 y 4:

P1) Si el flujo de campo eléctrico tiene valor cero en cierta zona del espacio;

- a) ¿Se puede deducir que allí el campo eléctrico es nulo?
- b) ¿Cómo se puede utilizar la ley de Gauss para calcular el campo electrostático en el interior de un conductor, independientemente de la forma del metal?
- c) ¿Qué ocurre si el conductor no es macizo (es decir, tiene huecos en su interior) pero no hay cargas en su interior?

P2) Un cubo metálico tiene carga Q .

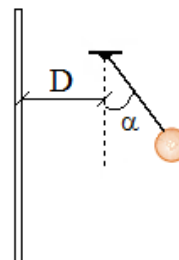
- a) ¿Es posible utilizar la ley de Gauss para calcular el campo eléctrico en el exterior del cubo? Explicar.
- b) Dibujar aproximadamente las líneas del campo.

Respuesta: No

P3) ¿Es posible emplear la expresión $F = q E$ para calcular la fuerza que se ejercen entre si dos placas paralelas cargadas?

P4) ¿Cómo cambia el campo eléctrico creado por una carga puntual Q en un punto P , si se empleara una carga de prueba negativa para determinarlo? Sugerencia: analice los dos casos.

P5) Una pequeña esfera de masa $m = 20 \text{ g}$ y carga $q = 3.2 \times 10^{-10} \text{ C}$ está suspendida de un hilo de seda de longitud $L = 1 \text{ m}$ que forma un ángulo $\alpha = 22^\circ$ con respecto a una placa plana vertical infinitamente grande, la cual está a una distancia $D = 5 \text{ m}$ del punto de suspensión del hilo. Hallar la distribución de carga de la placa.



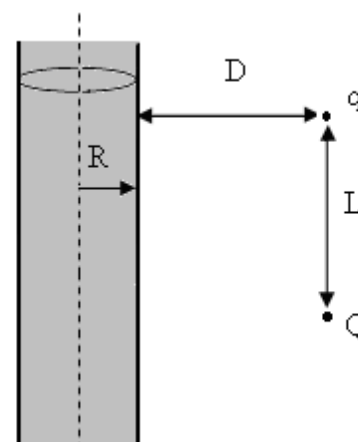
Respuesta: $\sigma = 4.38 \times 10^{-3} \text{ C/m}^2$

P6) Hallar la fuerza eléctrica a la cual está sometida una carga puntual q que está a una distancia D de un cilindro largo de radio R con densidad lineal de carga λ y a una distancia L de una carga puntual Q .

Datos: $q = 1 \text{ nC}$; $Q = 0.48 \text{ nC}$; $L = 1.2 \text{ m}$; $D = 0.6 \text{ m}$; $R = 0.2 \text{ m}$; $\lambda = 0.22 \text{ nC/m}$.

El campo creado por un cilindro con densidad lineal de carga λ a una distancia r del centro del mismo es:

$$E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r}$$



Respuesta: $F = 5.78 \times 10^{-9} \text{ N}$; $\alpha = 31.24^\circ$

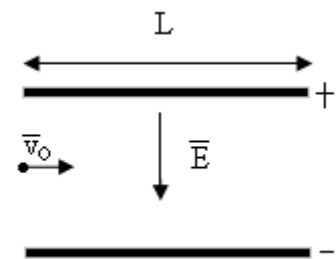
P7) a) Encontrar la forma en que se distribuyen las cargas en dos esferas conductoras concéntricas con cargas $Q_1 = Q$ y $Q_2 = -3Q$. El radio de la esfera maciza inferior es r_1 y los radios de la esfera hueca exterior son r_2 y r_3 .

b) Dibujar las líneas del campo.

P8) a) Hallar la manera en que se distribuyen las cargas en dos cilindros conductores concéntricos que tienen distribuciones lineales de carga λ y $-\lambda$. El radio del cilindro macizo interior es r_1 y los radios del cilindro hueco exterior son r_2 y r_3 .

b) Dibujar las líneas del campo.

P9) El campo eléctrico entre dos placas paralelas cargadas es de 10000 N/C , la separación entre las mismas es de 1 cm y su longitud (L) es de 2 cm . Se lanza un electrón en dirección perpendicular al campo con velocidad $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$, como se indica en la figura.



a) Hallar su desviación transversal al salir de las placas.

b) Hallar su velocidad al salir de las placas.

c) ¿Cómo varió la energía cinética del electrón a la salida de esa zona del espacio?

Rta: a) $\Delta y = 3.5 \text{ mm}$; b) $v = 10.6 \times 10^6 \text{ m/s}$; $\theta = 19.34^\circ$; c) $\Delta E_0 = 5.6 \times 10^{-18} \text{ J} = 35 \text{ eV}$

P10) Si se conoce el campo eléctrico en una zona del espacio, ¿se puede conocer la diferencia de potencial entre dos puntos de esa zona?

Recíprocamente, ¿es posible conocer el campo eléctrico si el dato es la función potencial en la correspondiente zona del espacio?

P11) Dos placas metálicas paralelas y grandes están separadas 1.48 cm y contienen cargas iguales pero opuestas. Se considera que la placa negativa tiene potencial cero. Si el potencial a la mitad de la distancia entre las placas es de 5.52 V , ¿cuánto vale el campo eléctrico entre las placas?

Respuesta: 746 V

P12) Hallar la d.d.p. $V_A - V_B$ entre $r_A = 5 \text{ m}$ y $r_B = 15 \text{ m}$ producido por una carga puntual $Q = 500 \text{ pC}$ ubicada en el origen de coordenadas.

Respuesta: $V_{AB} = 0.6 \text{ V}$

P13) ¿Qué energía está almacenada en un sistema de cargas puntuales $Q_A = 3 \text{ nC}$ y $Q_B = -3 \text{ nC}$ separadas por una distancia de 0.2 m ?

Respuesta: $- 405 \text{ nJ}$

P14) a) El campo eléctrico es cero en cierto punto del espacio. ¿Es necesario que el potencial valga cero? Ejemplificar.

b) El potencial es cero en cierto punto del espacio. ¿Es necesario que el campo eléctrico valga cero? Ejemplificar.

P15) En un relámpago típico, la diferencia de potencial entre los puntos de descarga durante una tormenta eléctrica es de $1 \times 10^9 \text{ V}$, y la carga transferida es aproximadamente de 30 C . ¿Cuánta energía se libera?

Respuesta: 30 GJ

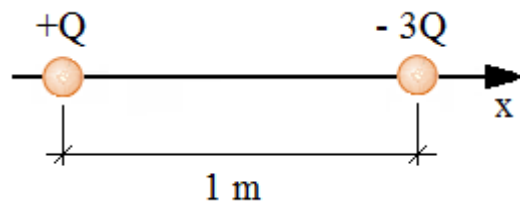
P16) ¿Cuál es el potencial eléctrico en la superficie de un núcleo de oro? El radio es de $6.6 \times 10^{-15} \text{ m}$ y tiene una carga correspondiente a 79 protones.

Respuesta: $1.72 \times 10^7 \text{ V}$

P17) En la figura, hallar los puntos sobre el eje X para los cuales:

a) el potencial V se anula, y

b) el campo eléctrico $E = 0$.



Respuesta: a) 0.5 m a la izq de $+Q$; 0.25 m a la der de $+Q$; b) 1.37 m a la izq de $+Q$

P18) Una pequeña esfera de $0,2 \text{ g}$ cuelga de una cuerda entre dos placas paralelas verticales separadas 5 cm . La esfera tiene una carga de 7 nC . Si la d.d.p. entre las placas es de 1000 V , calcular el ángulo que el hilo forma con la vertical.

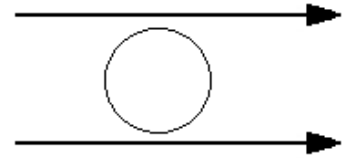
Respuesta: $\theta = 4.08^\circ$

P19) a) Si se conocen las líneas de campo eléctrico, ¿cómo hallar las superficies equipotenciales?

b) ¿Por qué a veces se habla de “líneas” equipotenciales?

c) Trazar las superficies equipotenciales de un cubo conductor cargado.

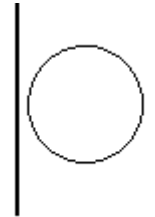
P20) Si se ubica un objeto conductor esférico inicialmente descargado en un campo eléctrico exterior constante, como indica la figura



a) ¿cómo se modifica la distribución de cargas del conductor? ¿Adquiere éste carga neta?

b) ¿cómo se modifican las líneas de campo?

P21) Un objeto conductor esférico está cargado con carga positiva. Si se lo coloca entre dos placas conductoras descargadas, como indica la figura, ¿cómo serán sus líneas de campo? ¿Y sus líneas equipotenciales en el plano?



P22) Demostrar que las unidades de campo eléctrico N/C y V/m son equivalentes