

Nombre:.....Curso:.....

### CAMPO ELECTRICO

El concepto de campo es un importante medio para la descripción de algunos fenómenos físicos, un ejemplo de esto es el caso de la Tierra, ya que cualquier objeto de masa  $m$  colocado en cualquier punto del espacio en torno a la Tierra, queda sometido a una fuerza del tipo gravitacional, es el espacio el que aplica la fuerza, no es la tierra. Esta modificación del espacio en torno a la tierra recibe el nombre de **campo gravitatorio**.

El campo gravitatorio y el campo eléctrico existen con total independencia de las partículas materiales o de las cargas eléctricas, puestas en las proximidades de las masas generadoras o de las cargas eléctricas generadoras.

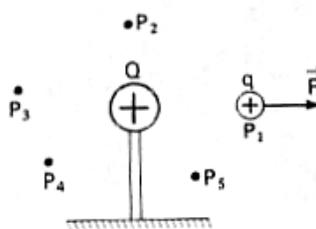


#### ¿Qué se entiende por campo eléctrico?

Imaginemos que una carga  $Q$ , carga generadora de un campo eléctrico, modifica su medio circundante, incluido el vacío, de tal manera que una carga testigo ( $q_0$ ) sienta el efecto del espacio modificado, es decir, el campo creado por la carga  $Q$  ejerce una fuerza sobre la carga  $q_0$ , colocada en dicho campo, por lo tanto el espacio asume la función de intermediario. (Fig. N° 1)

Si la carga  $q_0$  se traslada y se ubica en los puntos  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , obviamente en cada uno de esos puntos sobre la carga  $q_0$  también sentirá los efectos de una fuerza eléctrica ejercida por el campo.

Fig. N° 1



Luego podemos decir que el campo eléctrico se caracteriza por la fuerza que ejerce el campo sobre una carga  $q_0$  colocada en dicho espacio. La carga  $q_0$  es una carga de prueba que se define como una carga de **signo positivo** y **puntual**, tal que, no modifica el campo creado por la carga generadora  $Q$ .

El campo eléctrico que se establece en los puntos  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , es por la acción de la carga  $Q$ , la cual puede ser de tipo negativo o positivo y la carga de prueba  $q_0$ , que es la que se mueve de un punto a otro dentro del campo, sirve para verificar o atestiguar la existencia del campo eléctrico.

Es importante señalar:

- a) La existencia del campo eléctrico no depende de la carga  $q_0$ , de manera que existe un campo eléctrico en cualquier punto en torno a la carga  $Q$ , aun cuando no se coloque una carga de prueba.
- b) Al introducir el concepto de campo, decimos que es la carga  $Q$  la que crea el campo eléctrico en los puntos del espacio que la rodean, el campo es el responsable de la fuerza eléctrica sobre la carga  $q_0$  colocada en esos puntos, por lo que se considera que la fuerza eléctrica se debe a la acción del campo sobre la carga de prueba y no a la acción directa entre las cargas  $Q$  y  $q_0$ .

- c) El valor que toma el campo eléctrico en un punto del espacio se denomina **intensidad de campo eléctrico** ( $\vec{E}$ ), la cual es una magnitud vectorial, por lo que posee módulo, dirección y sentido.

**Descripción vectorial de un campo eléctrico**

**Intensidad de campo eléctrico ( $\vec{E}$ ):**

La **Intensidad de campo eléctrico** corresponde a la fuerza eléctrica por unidad de carga, que ejerce el campo eléctrico, creado por una carga Q, sobre una carga eléctrica puesta en el punto de un campo eléctrico y se determina mediante la siguiente expresión

:

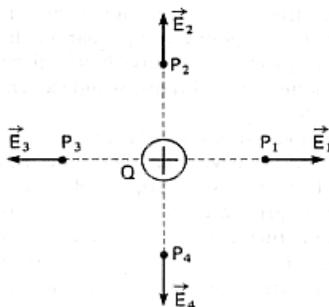
$$\vec{E} = \frac{F}{q_0}$$

La unidad de medida de la intensidad de campo Eléctrico en S.I. es N / C, por lo que si la intensidad de campo en un punto dentro del campo es de 1 N / C, esto significa que el campo ejerce una fuerza de 1 Newton sobre una carga de 1 Coulomb colocada en dicho punto.

**Dirección y sentido de la intensidad de campo eléctrico ( $\vec{E}$ ):**

La dirección y el sentido del vector Intensidad de campo eléctrico están dados por la dirección y sentido de la fuerza eléctrica que se aplica sobre la carga de prueba colocada en el punto. Por ejemplo en la figura N° 2, si la carga de prueba se coloca en P<sub>1</sub> la fuerza es de repulsión por lo que su dirección es horizontal y su sentido apunta hacia la derecha, por lo que la dirección y sentido del vector campo eléctrico es el mismo que el de la fuerza. De manera similar en los puntos P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub>,

Fig. N°2



Si la carga Q generadora del campo eléctrico es de tipo negativa, (Fig. N°3), en ese caso al colocar la carga q<sub>0</sub> en el punto P<sub>1</sub>, esta será atraída por el campo con una fuerza eléctrica con sentido hacia la izquierda, por lo que el vector campo eléctrico también apuntará hacia la izquierda, coincidiendo con el sentido de la fuerza. Siguiendo el mismo razonamiento, el vector campo eléctrico en los puntos P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub> tendrán el mismo sentido que la fuerza y estarán representados por los vectores,  $\vec{E}_2$ ,  $\vec{E}_3$  y  $\vec{E}_4$  respectivamente.

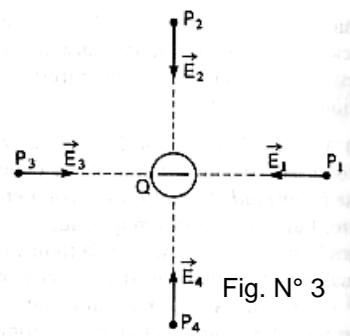
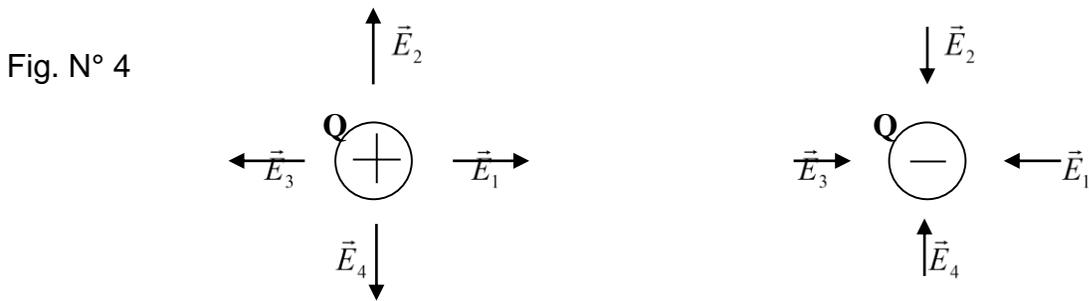


Fig. N° 3

De acuerdo con lo anterior podemos concluir que el sentido del vector campo eléctrico generado por una carga de tipo positiva apunta hacia afuera de la carga generadora, en cambio si la carga generadora es de tipo negativa, el sentido del vector campo eléctrico apunta hacia la carga generadora. (Fig. N°4)



Movimiento de cargas en un campo eléctrico:

Si una carga de prueba ( $q_0$ ) se coloca dentro de un campo generado por una carga  $Q$  de tipo positivo, como ya sabemos  $q_0$  será repelida con una fuerza dirigida radial y hacia afuera, tomando como origen la carga ( $Q$ ) y por consiguiente tenderá la carga  $q_0$  a desplazarse en el sentido de esta fuerza. Como el vector  $\vec{E}$  tiene el mismo sentido de la fuerza, se concluye que las cargas de tipo positiva tienden a desplazarse en el sentido del campo.

**En resumen:**

**Una carga  $q_0$  de signo positivo colocada dentro de un campo eléctrico, se desplazará en el sentido del campo eléctrico**

Campo eléctrico creado por una carga puntual

La expresión  $E = F/q$ , permite calcular el tamaño de la intensidad de campo eléctrico para cualquier tipo de carga que lo genere del tipo puntual.

Consideremos una carga de prueba  $q_0$  colocada a una distancia  $d$  de una carga puntual  $Q$ , la magnitud de la fuerza eléctrica entre ellas está dada por la **ley de Coulomb**:

$$F = \frac{KQq_0}{d^2} \quad (1)$$

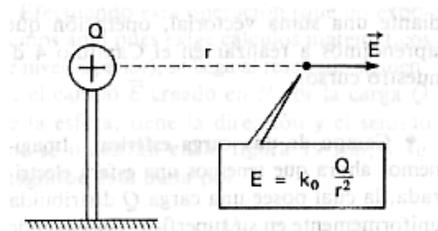
El módulo de la intensidad del campo eléctrico en el lugar donde se ubica la carga de prueba  $q_0$ , está dado por la expresión:

$$E = \frac{F}{q_0} \quad (2)$$

Reemplazando la expresión (1) en la expresión (2) obtenemos:

$$E = \frac{KQq_0}{d^2} \cdot \frac{1}{q_0}, \text{ simplificando } q_0, \text{ se tiene:}$$

$$E = \frac{KQ}{d^2}$$

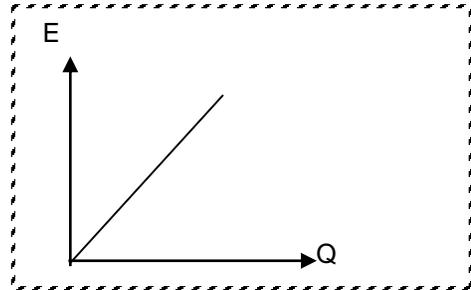


Con esta última expresión es posible calcular el módulo de la intensidad del campo eléctrico generado por una carga puntual Q, a cualquier distancia de dicha carga.

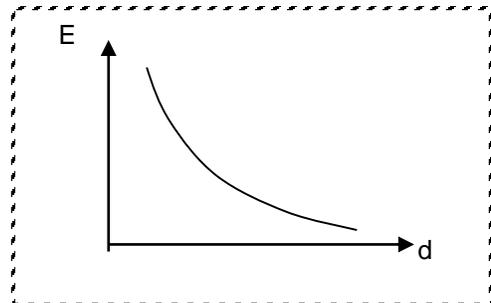
De la expresión  $E = \frac{KQ}{d^2}$  se concluye que:

a) La intensidad de campo eléctrico no depende de la carga de prueba  $q_0$ .

b) La magnitud de la intensidad de campo es directamente proporcional a la magnitud de la carga Q que genera el campo. El gráfico adjunto informa de la relación entre los conceptos anteriores, mantenida la distancia entre el punto y la carga generadora constante:



c) El módulo de la intensidad del campo eléctrico E, será mayor tanto menor sea la distancia y viceversa, siendo  $E \propto 1 / d^2$ , es decir el tamaño o módulo de la intensidad de campo eléctrico es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la carga generadora y el punto donde se mide  $\vec{E}$ , por lo que el gráfico adjunto informa de esta relación .



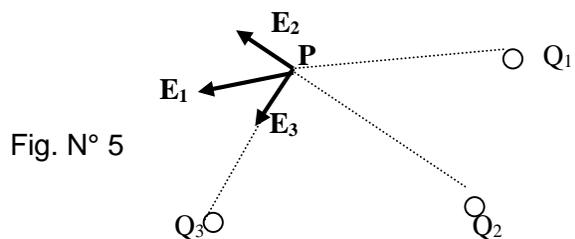
Campo generado por varias cargas puntuales.

Si se tienen tres cargas eléctricas puntuales,  $+Q_1$ ,  $+Q_2$  y  $-Q_3$  que generan campos eléctricos (Fig. N° 5) y se desea determinar la intensidad del campo eléctrico generado por el conjunto de las cargas en un punto P, cualquiera del espacio, se debe calcular primero la magnitud de la intensidad de campo originado por cada una de las cargas mediante la expresión  $E = \frac{KQ}{d^2}$  y determinar la dirección y sentido de los vectores intensidad de campo  $\vec{E}_1$ ,  $\vec{E}_2$  y  $\vec{E}_3$ . La intensidad de campo eléctrico resultante  $\vec{E}$  en el punto P estará dada por la suma de las intensidades.

En general se tiene que el vector intensidad de campo eléctrico en un punto P generado por varias cargas eléctricas es igual a la suma vectorial de cada uno de las intensidades de los campos generados por cada carga, es decir:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$$

$$\vec{E} = \sum_1^n \vec{E}_i$$



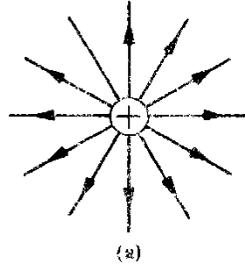
Concepto de líneas de fuerza

Las líneas de fuerza son líneas imaginarias que nos permite representar gráficamente el campo eléctrico. El concepto de líneas de fuerza fue incorporado por Michael Faraday (1791-1867).

Supongamos una carga puntual  $+Q$  que genera un campo eléctrico, por lo que en cada punto del espacio que la rodea existe un campo  $\vec{E}$ , que va decreciendo su magnitud a medida que nos alejamos de la carga (Fig. N° 6). Si se traza una línea uniendo a estos vectores de campo eléctrico  $\vec{E}$ ,

se obtiene lo que Faraday designó como líneas de fuerza del campo eléctrico las cuales están orientadas en el mismo sentido de  $\vec{E}$  (Fig.N°6).

Fig. N°6



Si la carga puntual que origina el campo eléctrico es de tipo negativa, sabemos que el sentido del vector campo eléctrico  $\vec{E}$  está dirigido hacia la carga generadora (Fig.N°7), por lo que también si trazamos líneas que unan estos vectores obtenemos líneas de fuerza que contrario al caso anterior, estas convergen en la carga generadora del campo .

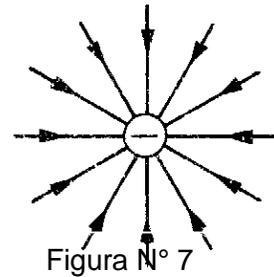


Figura N° 7

Estas líneas de fuerza tienen una configuración relativamente simple y a la vez son útiles para representar gráficamente un campo eléctrico y con respecto a estas líneas de fuerza hay que considerar lo siguiente:

- a) Estas líneas deben trazarse de manera tal que la dirección del vector campo eléctrico es tangente a cada uno de sus puntos, como indica la Fig. N° 8

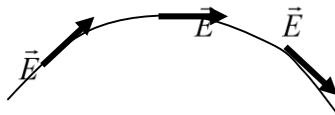


Fig. N° 8

- b) Si se encuentran dos cargas de distintos signos, las líneas de fuerza parten de la carga positiva y se dirigen hacia la carga negativa (Fig. N°9), por el contrario si las cargas son de signo positivo, la configuración de las líneas de fuerzas queda representada según Fig. N° 10.

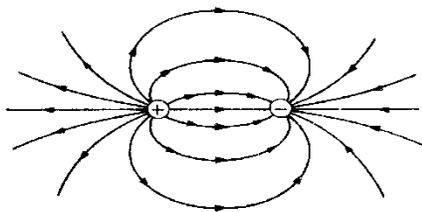


Figura N° 9

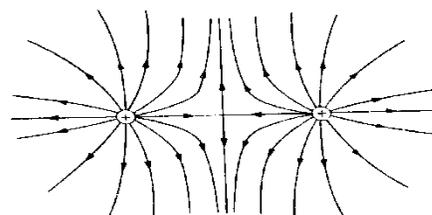
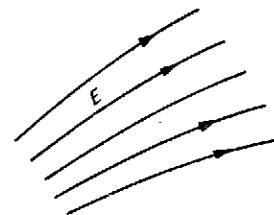


Figura N° 10

- c) Las líneas de fuerza, no solo entregan información acerca de la dirección y sentido del campo eléctrico, sino también de la intensidad de él, ya que al encontrarse una mayor cantidad de líneas de fuerzas, estas al estar más juntas, indican que el campo es más intenso y si existe una menor cantidad de líneas de fuerza o estas están más separadas es porque la intensidad del campo es menor. Fig. N°11



Campo eléctrico uniforme.

Si se colocan dos placas paralelas separadas a una pequeña distancia comparadas con sus dimensiones y las dos placas están cargadas con cargas igual cantidad de carga, pero de signos opuestos o diferente. Al colocar una carga de prueba  $q_0$  entre las placas en un punto P, esta carga de prueba, se moverá desde la zona de la placa positiva hacia la zona de la placa negativa por la acción de la fuerza  $\vec{F}$ , debida al campo eléctrico originado por las placas cargadas. La dirección de esta fuerza es perpendicular a las placas (Fig. N°12).

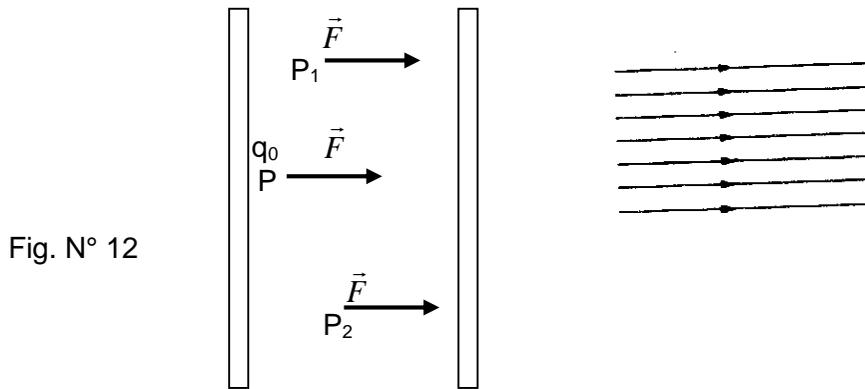


Fig. N° 12

Al desplazar la carga de prueba  $q_0$  dentro del espacio que hay entre las dos placas, por ejemplo colocarla en los puntos  $P_1$  y  $P_2$  (Fig. N° 12), se obtiene que sobre la carga se aplica una fuerza  $\vec{F}$  de igual dirección, sentido y módulo y a la vez es igual a la que actuaba en el punto P, por lo que al aplicar la relación  $E = F/q_0$ , obtenemos que el valor de la intensidad de campo E no cambia en los puntos P,  $P_1$ , y  $P_2$  y el vector campo eléctrico tiene la misma dirección y sentido, lo que nos lleva a concluir que el campo eléctrico originado por dos placas paralelas cargadas con cargas opuestas y de igual magnitud, es un **campo eléctrico uniforme**

El campo uniforme se puede representar también mediante líneas de fuerza. Estas líneas se dibujan paralelas entre sí e igualmente espaciadas ya que es constante. Estas consideraciones no son válidas en los extremos de las placas, ya que en esos puntos el campo no es uniforme, por lo que las líneas de fuerza son curvas (Fig. N° 13).

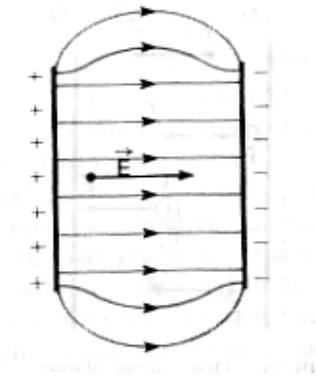
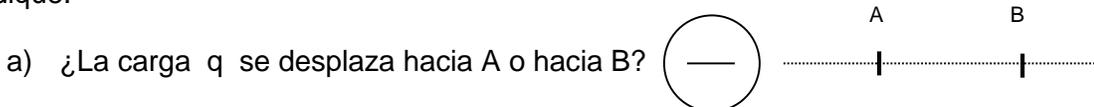


Fig. N° 13

**APLICACIONES**

1) Un cuerpo electrizado negativamente genera un campo eléctrico, en él se marcan los puntos A y B como se muestra en la figura. Una carga positiva q es soltada en un punto situado entre A y B. Debido a la fuerza aplicada por el campo sobre la carga q, indique:



2) Determine el módulo del campo eléctrico en un punto, si al colocar en dicho punto una carga eléctrica de  $5 \mu\text{C}$ , sobre ella se ejerce una fuerza eléctrica de módulo 12 N.

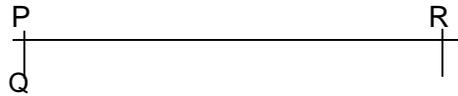
# INSTITUTO NACIONAL

## Dpto. Física

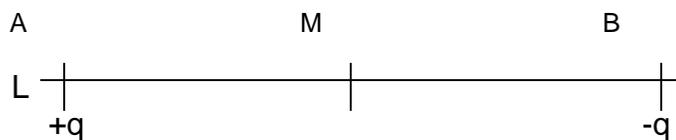
Prof.: ALDO SCAPINI G.

- 3) Determine el tamaño del campo eléctrico, a de 4 cm, de una carga eléctrica generadora de  $5 \mu\text{C}$ .
- 4) En el punto P de la figura se fija una carga eléctrica Q. Dibuje el vector intensidad de campo eléctrico en un punto que se encuentra a la distancia R del punto P en los siguientes casos:

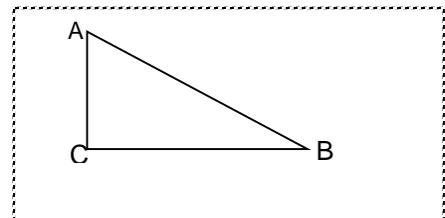
- a) Si Q es positiva  
b) Si Q es negativa



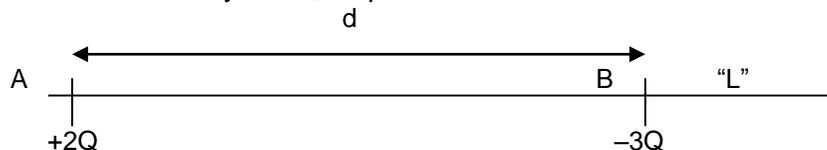
- 5) En los puntos A y B de una recta L que se encuentran separados entre sí a la distancia R se fijan cargas eléctricas  $+q$  y  $-q$ , respectivamente. Determine gráficamente el vector intensidad del campo eléctrico en el punto medio M de A y B.



- 6) En los vértices A y B del triángulo rectángulo ABC, se fijan cargas eléctricas de  $4\mu\text{C}$  y  $-3\mu\text{C}$  respectivamente. El lado AC mide 4 cm y el lado BC mide 3 cm. Determine el vector intensidad del campo eléctrico en el vértice C.



- 7) En los puntos A y B de una recta L que se encuentran separadas entre sí a la distancia d se fijan cargas eléctricas  $+2Q$  y  $-3Q$ , respectivamente.



- a) Ubique un punto sobre la recta L donde  $\vec{E} = 0$
- b) Determine el módulo de la fuerza eléctrica que se ejerce sobre un electrón al colocarlo en aquel puntos de la recta L donde  $E = 0$ .
- 8) Dos cargas puntuales  $Q_1 = 1\mu\text{C}$  y  $Q_2 = 5\mu\text{C}$ , están situadas en el vacío a 25 cm una de la otra. Calcular:
- A) La intensidad de campo eléctrico en el punto medio de la recta que une las dos cargas.
- B) Determine la intensidad de campo eléctrico en un punto ubicado a 10 cm de la primera carga(lado izquierdo)
- C) ¿Dónde está ubicado un punto sobre la recta que contiene las carga donde el campo eléctrico es nulo.?
- 9) Dibuje las líneas de fuerza para dos cargas de igual tamaño, las dos:
- A) positivas  
B) negativas  
C) Una positiva y una negativa
- 10) En el interior de un campo eléctrico constante se ubica un pequeño cuerpo de masa "m" sobre el cuerpo al única fuerza aplicada es del tipo eléctrica, determine el tamaño de la aceleración que tendrá el cuerpo.
- 11) En un punto P del espacio existe un campo eléctrico  $|\vec{E}|$ , horizontal, de  $5 \times 10^4 \text{ N/C}$ , dirigido hacia la derecha.
- a) Si una carga de prueba positiva de  $1.5 \mu\text{C}$ , se coloca en P. ¿Cuál será el valor de la fuerza eléctrica que se aplica a la carga ?
- b) ¿En qué sentido se moverá la carga de prueba?
- c) Responda las preguntas (a) y (b) suponiendo que la carga de prueba sea negativa.

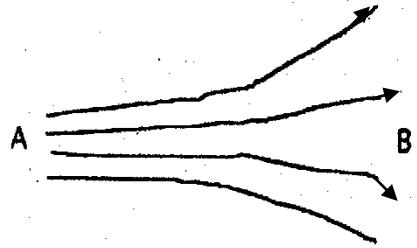
# INSTITUTO NACIONAL

## Dpto. Física

Prof.: ALDO SCAPINI G.

12) La figura muestra líneas de fuerza de un campo eléctrico.

- ¿ Este campo es más intenso en las proximidades de la región A o de la región B
- Si se coloca un **cuerpo pequeño metálico** descargado en este campo ¿quedará en equilibrio?



13) En los vértices de un cuadrado de lado "l" se ubican 3 cargas eléctricas, dos de ellas de tamaño q y la tercera negativa de tamaño 3q. Exprese el tamaño de la intensidad del campo eléctrico en el vértice del cuadrado en que no existe carga eléctrica.

Nota: suponga que la carga negativa está en el vértice opuesto al punto donde no existe carga eléctrica.

14) Sobre una recta horizontal de tamaño 40 cm, existen en los extremos dos cargas de igual tipo, pero de tamaño diferente, a la derecha  $q_1 = 5 \text{ mC}$  y a la izquierda  $q_2 = 7 \text{ mC}$ , determine el punto sobre la recta en que la intensidad de campo eléctrico es nulo o cero.

15) En los vértices de un triángulo equilátero de lados (l) se ubican tres cargas de igual tamaño (q), pero dos de ellas positivas en la base y la negativa en el vértice superior del triángulo. Exprese la intensidad de campo eléctrico en el centro del triángulo

16) Se tiene un campo eléctrico uniforme o constante dirigido verticalmente hacia arriba, cuyo módulo es  $2 \times 10^5 \text{ N/C}$ .

- Determine el tamaño de la fuerza aplicada solo por el campo sobre un electrón.
- Determine la fuerza neta aplicada sobre el electrón (Fuerza eléctrica más fuerza peso)
- El tiempo que emplea el electrón en recorrer 0,5 m
- La rapidez que tiene el electrón, luego de recorrer los 0,5 m si partió del reposo
- El trabajo eléctrico realizado por el campo sobre el electrón
- El trabajo neto realizado sobre el electrón cuando este recorre 0,5 m desde el reposo
- La energía cinética que tiene el electrón, luego de recorrer los 0,5 m

17) Se tiene un campo eléctrico uniforme o constante dirigido verticalmente hacia arriba, cuyo módulo es  $1 \times 10^6 \text{ N/C}$ . (texto del ministerio)

Calcular:

- El módulo de la fuerza ejercida por este campo sobre una partícula alfa
- La rapidez que tiene la partícula alfa en el campo eléctrico anterior, cuando haya recorrido 1 cm, partiendo del reposo. Desprecie el efecto gravitatorio
- El tiempo que requiere la partícula alfa para recorrer 1 cm
- La energía cinética de la partícula en el caso anterior
- Nota: masa de la partícula alfa  $m = 6,68 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ; carga eléctrica  $q = 2 e^- = 2 \cdot 1,6 \times 10^{-16} \text{ C}$ .

18) Se tiene un campo eléctrico uniforme o constante dirigido verticalmente hacia arriba, cuyo módulo es  $3 \times 10^3 \text{ N/C}$ .

calcular:

- El tamaño de la aceleración sobre un protón que es dejado en reposo en su interior
- ¿Cuál es el momentum lineal del protón luego de recorrer 2 cm?
- El trabajo total realizado sobre el protón cuando recorre 30 cm
- La velocidad que tiene luego del recorrido anterior.