

**ELECTRICIDAD II**  
**Campo Eléctrico y Potencial Eléctrico**

En Física el concepto de **campo** estudia como se ve afectada una región del espacio debido a la presencia de algo. Luego, es un concepto bastante utilizado en las fuerzas que actúan a distancia, existiendo Campo Gravitatorio, Campo Eléctrico y Campo Magnético, por ejemplo.

**Concepto de campo eléctrico**

Si en una región del espacio colocáramos una carga eléctrica  $Q$  o varias cargas  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$ , esta región verá modificadas las propiedades de sus puntos. Para detectar estas nuevas propiedades se acostumbra poner en cada punto una carga puntual  $q$  sobre la cual se constata la existencia de una fuerza eléctrica  $\vec{F}$ .

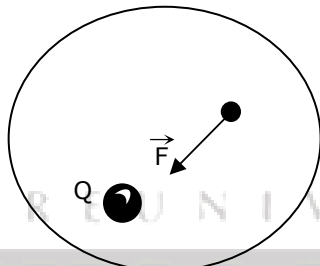


fig. 1

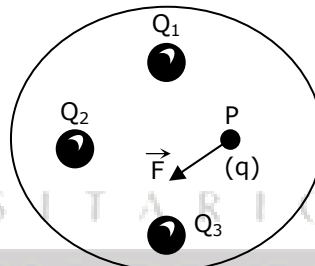


fig. 2

Así, "campo eléctrico" es la región modificada del espacio que rodea a una ó varias cargas eléctricas, tal que una carga colocada en esa región experimentaría una fuerza.

**Vector campo eléctrico**

Considere un punto  $P$  cualquiera de un campo eléctrico, donde se ha colocado una carga  $q$ , sobre la cual actúa una fuerza  $\vec{F}$  de origen eléctrico.

Se define el vector campo eléctrico  $\vec{E}$  asociado al punto  $P$  como:

$$\begin{matrix} P \\ \bullet \\ q \end{matrix} \rightarrow \vec{F} \quad \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Leftrightarrow \vec{F} = \vec{E} \cdot q$$

La unidad de medida del vector campo eléctrico se deduce a partir de su ecuación de definición

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \left[ \frac{N}{C} \right]$$

## Campo eléctrico creado por una carga puntual aislada (Q)

Las características del vector  $\vec{E}$  serán:

- i) **Dirección de  $\vec{E}$ :** es la dirección de la recta (r) que une el punto considerado (P) con la fuente del campo (Q).



fig. 3

- ii) **Sentido de  $\vec{E}$ :** para determinar el sentido del campo eléctrico se usa una carga de prueba q (la cual se supone positiva por convención).

- a) Si la carga creadora es positiva, genera un campo eléctrico repulsivo:

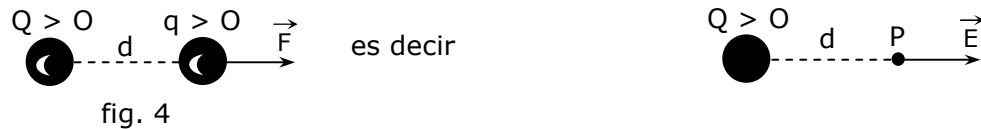


fig. 4

- b) Si la carga creadora es negativa, genera un campo eléctrico atractivo:

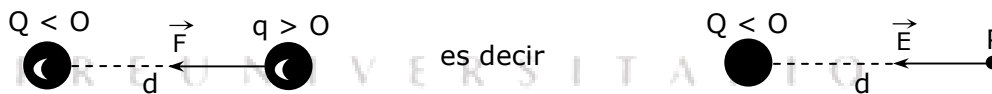


fig. 5

- iii) **Intensidad del vector campo eléctrico ( $|\vec{E}|$ )**

De la Ley de Coulomb  $|\vec{F}| = \frac{K_0 \cdot |q| \cdot |Q|}{d^2}$  y la definición de campo eléctrico  $|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q}$

$$\text{se tiene } |\vec{E}| = \frac{K_0 \cdot |Q|}{d^2} \quad (\text{en el vacío})$$

## Campo eléctrico creado por varias cargas puntuales

Para obtener el vector campo eléctrico en un punto del espacio debido a varias cargas puntuales, se aplica el llamado *principio de superposición*, es decir, "el campo eléctrico en un punto, debido a varias cargas puntuales es la suma vectorial de los campos producidos en el punto por cada carga individual".

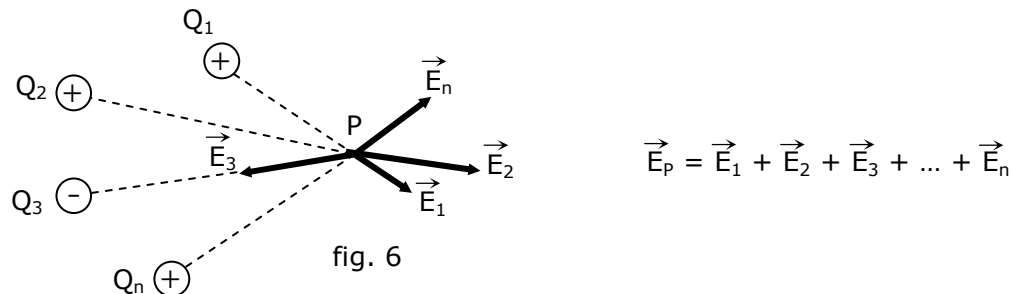


fig. 6

### Dirección y sentido de campo eléctrico en relación a fuerza eléctrica

Sea  $q$  una carga colocada en un punto donde existe un campo eléctrico. De la definición de campo dada anteriormente:

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

Donde se ve el producto de un escalar ( $q$ ) que puede ser positivo o negativo por un vector ( $\vec{E}$ ). Luego, podemos concluir que los vectores campo eléctrico y fuerza eléctrica tienen siempre la misma dirección.

Como el vector campo eléctrico está definido sobre la base de una carga de prueba positiva, podemos observar que entre los vectores campo eléctrico y fuerza eléctrica se cumple para una carga  $q$  colocada en ese sitio:

- i) Si  $q > 0$  entonces  $\vec{F}$  y  $\vec{E}$  tienen el mismo sentido.
- ii) Si  $q < 0$  entonces  $\vec{F}$  y  $\vec{E}$  tienen sentidos contrarios.

La relación entre dirección y sentido de los vectores fuerza eléctrica y campo eléctrico para una carga  $q$  colocada en un punto donde existe un campo horizontal a la derecha se muestra en las figuras 7 y 8.

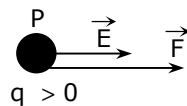


fig. 7

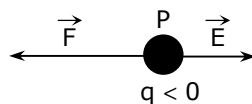


fig. 8

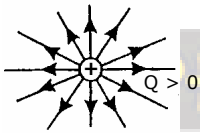
## Líneas de fuerza o líneas de campo

Un método para visualizar patrones de campos eléctricos consiste en trazar líneas que apunten en la dirección del vector de campo eléctrico en cualquier punto. Estas líneas, llamadas **líneas de fuerza**, están relacionadas con el campo eléctrico en cualquier región del espacio como sigue:

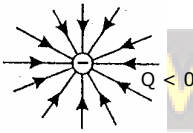
- 1) El vector de campo eléctrico  $\vec{E}$ , es tangente a las líneas de campo eléctrico en todos los puntos.
- 2) El número de líneas por unidad de área que atraviesan una superficie perpendicular a las líneas es proporcional a la intensidad del campo eléctrico en una región determinada. Por tanto,  $\vec{E}$  es grande cuando las líneas de campo están próximas entre sí y pequeño cuando las líneas están muy separadas.

A continuación se presentan algunos diagramas de líneas de fuerza

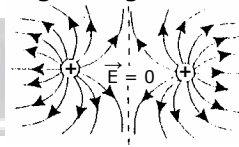
a) Carga positiva



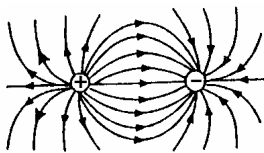
b) Carga negativa



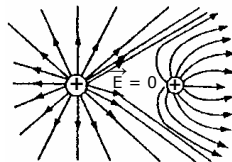
c) Cargas iguales de igual signo



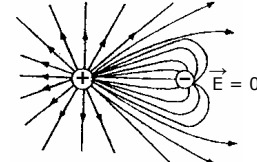
d) Cargas iguales de signo contrario



b) Cargas distintas de igual signo



c) Cargas distintas de signos contrarios



**Nota:** Observando las figuras, las líneas de campo "nacen" en las cargas positivas convergen en las cargas negativas ó de otra manera: las cargas positivas son "fuentes" de líneas y las negativas son "sumideros" de líneas.

## Conductor en equilibrio electrostático

Un buen conductor eléctrico (por ejemplo, cobre) contiene cargas que no están unidas a un átomo en particular y tienen libertad de movimiento dentro del material. Cuando no hay un movimiento de carga dentro de un conductor, se dice que el mismo está en **equilibrio electrostático**. Un conductor aislado de tierra tiene las siguientes propiedades:

1. El campo eléctrico es cero en todo el interior del conductor.
2. Todo exceso de carga de un conductor aislado reside totalmente en su superficie.
3. El campo eléctrico inmediatamente afuera de un conductor cargado es perpendicular a la superficie del conductor.
4. En un conductor de forma irregular, hay mayor densidad de carga en los lugares donde el radio de curvatura de la superficie es más pequeño, es decir, en las puntas.

De no ser cierta la primera propiedad, al existir un campo eléctrico dentro de un conductor, la carga libre que el mismo contiene se movería y se crearía un flujo de carga.

La propiedad 2 es resultado directo de la repulsión entre cargas de igual signo, que la ley de Coulomb describe.

De no ser cierta la propiedad 3, con un campo que no fuese perpendicular a la superficie, el campo tendría una componente a lo largo de la superficie que obligaría a las cargas libres del conductor a moverse y creando una corriente y dejaría de estar en equilibrio.

La propiedad 4 se advierte en una situación experimental como la descrita en la figura 9.

Aquí el campo puede ser tan intenso en las puntas que ioniza las moléculas de aire circundante. Esto causa un aumento de la masa de aire en esa región y origina el llamado **viento eléctrico**.

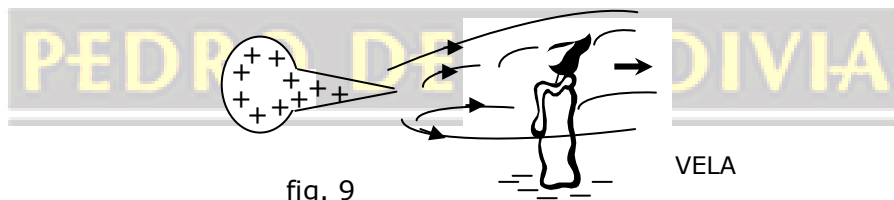


fig. 9

EL **pararrayos** no es otra cosa que un asta metálica dotada de punta y conectada a Tierra. El pararrayos ofrece un camino seguro para la descarga. La nube cargada induce cargas en la punta, el campo se hace intenso provocando la ionización del aire y la consecuente descarga eléctrica.

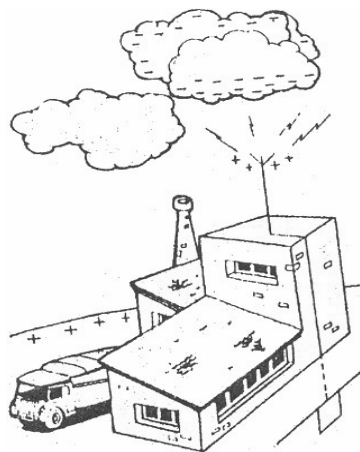


fig. 10

## Energía potencial eléctrica

En la unidad de trabajo y energía, analizamos los sistemas conservativos, en el cual, el trabajo en una trayectoria cerrada es nulo y por ende, este trabajo sólo depende de los valores inicial y final, y no de la trayectoria que siga el cuerpo.

Pues bien, las interacciones eléctricas están gobernadas por la Ley de Coulomb que es una fuerza conservativa y como tal, cumple con la relación entre el trabajo y la energía potencial

$$W = -\Delta E_p$$

o bien

$$W_{AB} = -(E_{pB} - E_{pA})$$

$$W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$$

La energía potencial eléctrica de un sistema formado por dos partículas de cargas  $q$  y  $Q$  situadas a una distancia  $d$  una de la otra, es igual a:

$$E_p = \frac{K_0 \cdot q \cdot Q}{d}$$

Una definición de energía potencial eléctrica sería la siguiente: cantidad de trabajo que se necesita realizar para acercar una carga con velocidad constante desde el infinito hasta una distancia  $d$  de una carga del mismo signo, la cual utilizamos como referencia. En el infinito la carga de referencia ejerce una fuerza nula. De lo que podemos decir que:

- i)  $E_p$  es una magnitud escalar que en el SI se expresa en Joule.
- ii)  $E_p$  es finita para valores finitos de  $d$  y adopta el valor 0 (cero) para distancias infinitas.
- iii)  $E_p$  es positiva si los signos de las cargas son iguales y es negativa si los signos de las cargas son distintos.
- iv)  $E_p$  es una magnitud que caracteriza a los sistemas de cargas y por ser escalar en un sistema de más de dos cargas, para evaluarla habrá que sumar algebraicamente las contribuciones de todos los pares de cargas.
- v)  $E_p$  es positiva para los sistemas repulsivos y es negativa para los sistemas atractivos.
- vi) El gráfico de  $E_p$  en función de  $d$  es:

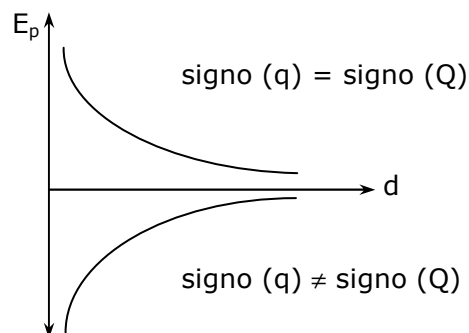


fig. 11

### Diferencia de potencial eléctrico (tensión o voltaje)

Supongamos un cuerpo electrizado que produce un campo eléctrico en el espacio que lo rodea. Consideremos dos puntos, A y B, en este campo eléctrico, según muestra la figura 12. Si en A soltamos una carga de prueba (positiva)  $q$ , la fuerza  $\vec{F}$  producida por el campo actuará sobre ella. Supongamos además, que bajo la acción de esta fuerza la carga se desplaza de A hacia B.

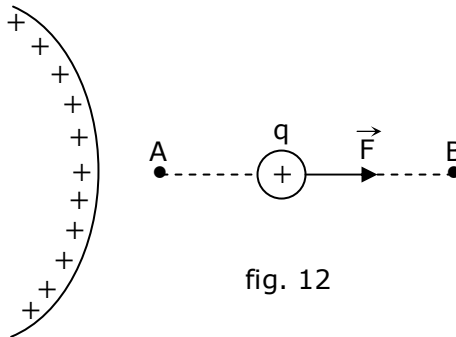


fig. 12

Como sabemos, en este desplazamiento la fuerza eléctrica estará realizando un trabajo que vamos a designar por  $W_{AB}$ . En otras palabras  $W_{AB}$  representa una cantidad de energía que la fuerza eléctrica  $\vec{F}$  imparte a la carga  $q$  en su desplazamiento desde A hasta B.

En el estudio de los fenómenos eléctricos hay una cantidad muy importante que se relaciona con este trabajo. Dicha cantidad se denomina *diferencia de potencial entre los puntos A y B*; se representa por  $V_A - V_B$  y se define por la relación siguiente:

$$V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

Luego,  $V_A - V_B$  corresponde al trabajo por unidad de carga eléctrica, debido a la fuerza eléctrica. A esta diferencia de potencial eléctrico también se le denomina "tensión eléctrica" o "voltaje" entre los dos puntos, y se representa por  $V_{AB}$  o sencillamente  $V$ .

Así, cuando decimos que la tensión  $V_{AB}$  entre dos puntos es muy grande (alta tensión), ello significa que el campo eléctrico realizará un trabajo considerable sobre la carga eléctrica que se desplace entre dichos puntos (es decir, la carga recibirá del campo una gran cantidad de energía en su desplazamiento).

Observemos que como  $W_{AB}$  y  $q$  son cantidades escalares, la diferencia de potencial  $V_{AB}$  también es una cantidad escalar. De la ecuación de definición  $V_{AB} = W_{AB}/q$  vemos que, en el SI, la unidad de medida de la tensión equivale a  $1 \text{ J/C}$ . Esta unidad se denomina  $1 \text{ Volt} = 1 \text{ V}$ , en honor del físico italiano Alessandro Volta, que vivió en el siglo XVIII.

$$1 \text{ V} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

### Potencial establecido por varias cargas puntuales.

En la figura 13 tenemos varias cargas puntuales  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_3$  y deseamos calcular el potencial total que establecen en el punto P. Entonces:

1. Calculamos el potencial  $V_1$ , que la carga  $Q_1$ , establece en P, usando  $V_1 = K_0 Q_1 / d_1$ .
2. De manera similar, evaluamos los potenciales  $V_2$  y  $V_3$  de cada carga  $Q_2$  y  $Q_3$  sobre P.
3. El potencial V total en el punto P es la suma escalar de los potenciales parciales.

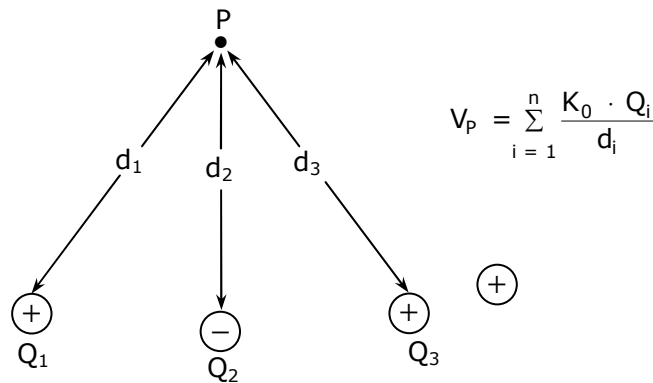


fig. 13

Como vimos anteriormente, si se desea calcular el campo eléctrico  $\vec{E}$  en el punto P de la figura 13, hay que efectuar una suma vectorial que, sin duda, es una operación más laboriosa que la suma escalar. Entonces, cuando se trabaja con varias cargas la determinación del potencial en un punto se consigue con más facilidad que la determinación del campo eléctrico.

¿Qué sucede desde el punto de vista del potencial eléctrico al soltar una carga eléctrica en un campo eléctrico? Como  $W_{AB} = V_{AB}q$ , para que el trabajo sea positivo depende del signo de la carga.

1. Una **carga positiva** se desplaza desde puntos de mayor potencial hacia los puntos de menor potencial.
2. Una **carga negativa** se desplaza desde puntos de menor potencial hacia los puntos de mayor potencial.



### Diferencia de potencial en un campo eléctrico uniforme.

La figura 14 muestra dos placas paralelas separadas una distancia  $d$ , y electrizadas con igual carga neta y de signo contrario. Entre ellas existirá un campo uniforme  $\vec{E}$ , dirigido de la placa positiva A hacia la placa negativa B.

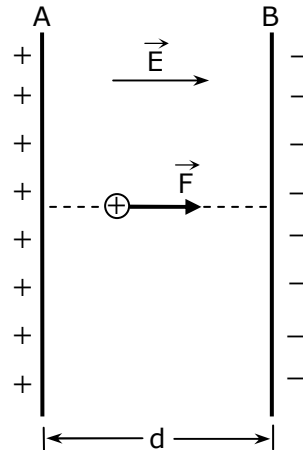


fig. 14

Para que podamos calcular la diferencia de potencial entre estas dos placas, soltamos una carga de prueba positiva  $q$  junto a la placa A y determinaremos el trabajo  $W_{AB}$  que el campo realiza sobre esta carga, cuando se desplaza hasta la placa B. Ya vimos que entonces la tensión estará dada por

$$V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

En el caso en cuestión (campo uniforme), el cálculo de  $W_{AB}$  se puede efectuar fácilmente, pues la fuerza eléctrica  $\vec{F}$  que actúa sobre  $q$ , permanece constante mientras se desplaza esta. En realidad, como  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$  y  $\vec{E}$  no cambia, concluimos que  $\vec{F}$  también será constante. En estas condiciones, como la fuerza  $\vec{F}$  tiene la misma dirección y el mismo sentido que el desplazamiento,

$$W_{AB} = |\vec{F}| \cdot d \text{ o bien } W_{AB} = q \cdot |\vec{E}| \cdot d$$

Así pues, la tensión  $V_{AB}$  entre las placas será

$$V_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{q \cdot |\vec{E}| \cdot d}{q}$$

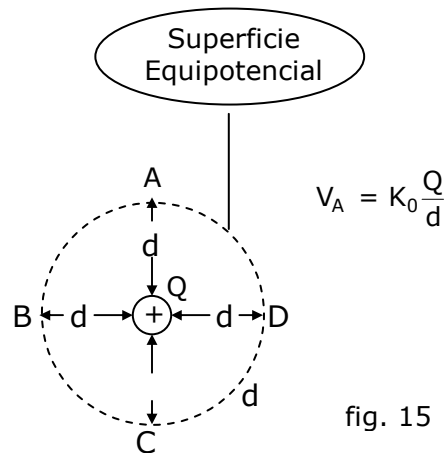
Donde

$$V_{AB} = |\vec{E}| \cdot d$$

Esta expresión permite calcular la diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera de un campo eléctrico uniforme. Pero debemos observar que la distancia  $d$  entre ambos puntos debe tomarse en dirección paralela al vector  $\vec{E}$ .

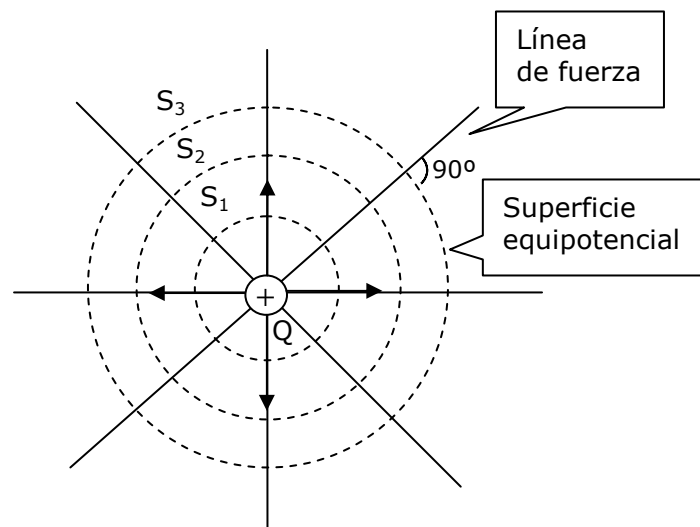
## Superficies equipotenciales

Consideremos una carga puntual  $Q$  y un punto  $A$  situado a una distancia  $d$  de esta carga. Sabemos que el potencial en  $P$  está dado por



Entonces, cualquier otro punto, tales como  $B, C, D$ , etc., situados a la misma distancia  $d$  de la carga  $Q$ , tendrá el mismo potencial de  $A$ . Resulta claro que estos puntos están situados sobre una superficie de radio  $d$  y con su centro en  $Q$ . Una superficie como esta, cuyos puntos están todos al mismo potencial, se denomina *superficie equipotencial*. Cualquier otra superficie esférica con centro en  $Q$  será también, una superficie equipotencial, pues todos sus puntos se hallarán a la misma distancia de  $Q$ . De manera que en la figura 18 las superficies esféricas  $S_1, S_2$  y  $S_3$ , etc., todos los puntos de  $S_2$ , tienen el mismo potencial, el cual es distinto al valor del potencial de los puntos de  $S_1$ , o bien, de los de  $S_3$ .

En la figura 16 también se representan algunas líneas de fuerza del campo originado por la carga  $Q$ . Como sabemos, dichas líneas son radiales, y por tanto, perpendiculares a las superficies equipotenciales. Se puede mostrar que esta propiedad es válida no sólo para el campo creado por una carga puntual, es decir, se trata de una propiedad general: para cualquier campo eléctrico, las líneas de fuerza siempre son perpendiculares a las superficies equipotenciales.



## EJEMPLOS

1. Una carga eléctrica se ubica en el espacio vacío, entonces se afirma que
- I) al colocar otra carga cerca, esta adquiere energía potencial eléctrica.
  - II) no se hizo trabajo para trasladarla ya que no había otra carga en ese espacio.
  - III) al acercar otra carga de igual signo aumentará la energía potencial.

Es (son) verdadera(s)

- A) sólo I.
  - B) sólo II.
  - C) sólo III.
  - D) sólo I y III.
  - E) I, II y III.
2. Si se suelta un electrón en un campo eléctrico será correcto afirmar que
- A) se moverá en el mismo sentido del campo eléctrico.
  - B) viajará con velocidad constante en ese campo.
  - C) se quedará en el mismo punto donde se la ubicó.
  - D) siempre adquirirá una aceleración con sentido opuesto al campo eléctrico.
  - E) se moverá perpendicular al campo eléctrico.
3. Cuando dos cuerpos con carga neta distinta de cero se tocan entre sí, será correcto después de esto decir
- A) que ambos tendrán igual carga neta.
  - B) que ambos estarán al mismo potencial eléctrico.
  - C) que después de tocarse no habrá un campo eléctrico en torno a ellas.
  - D) no será necesario hacer trabajo para acercar una tercera carga a ellas.
  - E) que antes y después de tocarse la diferencia de potencial eléctrico disminuye a la mitad.

4. Se tiene una circunferencia y en ella se ubican 3 cargas  $q$ . Las líneas segmentadas son diámetros perpendiculares entre sí y se desea saber que carga debe colocarse en el punto A de la figura 18, para que el potencial eléctrico sea nulo y que carga en ese mismo punto para que el campo eléctrico se anule también en el centro de la circunferencia, los valores respectivos deben ser

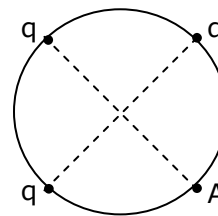


fig. 18

- A)  $3q$  y  $q$
- B)  $-3q$  y  $q$
- C)  $3q$  y  $-q$
- D)  $-3q$  y  $-q$
- E) No es posible anular a la vez el campo y el potencial en el centro.

**PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE**

1. La figura 19 muestra dos partículas con carga eléctrica de la misma magnitud, fijas en los puntos M y N; el punto P equidista de ambas partículas. El campo eléctrico en P debido a estas dos cargas eléctricas tiene dirección y sentido:

- A)  $\uparrow$
- B) nulo
- C)  $\uparrow$  o  $\downarrow$
- D)  $\leftarrow$  o  $\rightarrow$

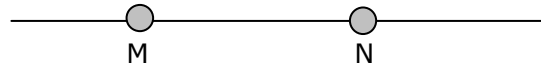


fig. 19

- E) cualquiera de la direcciones mostradas en la figura  $\leftrightarrow$

2. Se tienen tres cargas de igual módulo, de valores  $-Q$ ,  $+Q$ ,  $+Q$  en los puntos X, Y y Z respectivamente, entonces será correcto afirmar que en el punto K

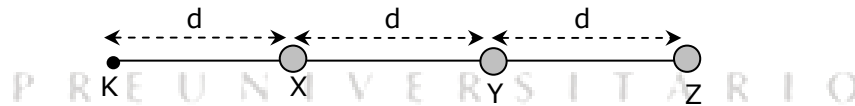


fig. 19

- A) el campo eléctrico es cero.
- B) el potencial eléctrico es horizontal y con sentido hacia X.
- C) el potencial eléctrico es cero.
- D) el campo eléctrico es horizontal y con sentido hacia la carga X.
- E) el campo eléctrico es perpendicular a la línea que une las cargas.

3. En los vértices del cuadrado de la figura 21 se colocan las cuatro cargas puntuales fijas dadas. El campo eléctrico en el cruce de las diagonales tiene orientación

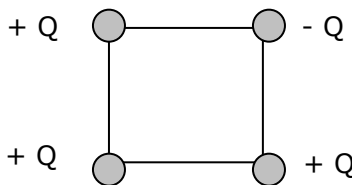


fig. 21

- A)  $\nearrow$
- B)  $\nwarrow$
- C)  $\swarrow$
- D)  $\searrow$
- E) Nulo

4. En los vértices A, B y C del triángulo equilátero de la figura 22 se colocan 3 cargas puntuales fijas; en los vértices A y B se ubican cargas  $+Q$  cada una y en el punto C una carga  $-Q$ . ¿Cuál es la dirección y sentido del vector campo eléctrico en el cruce de las alturas?

- A) Nulo.  
 B)  $\uparrow$   
 C)  $\downarrow$   
 D)  $\swarrow$   
 E)  $\searrow$

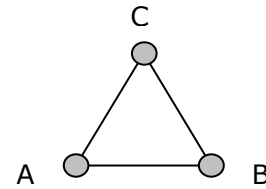


fig. 22

5. La figura 23 muestra un campo eléctrico uniforme orientado vertical hacia arriba en una región del espacio, hacia el cual se lanzan verticalmente un protón (desde arriba hacia abajo) y un electrón (desde abajo hacia arriba) de masas despreciables. Una vez dentro del campo, los movimientos rectilíneos del protón y el electrón serán:

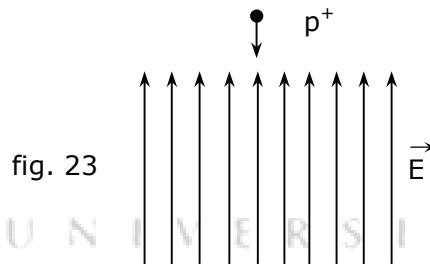


fig. 23

- A) Protón: uniformemente retardado; electrón: uniformemente acelerado.  
 B) Protón: uniformemente acelerado; electrón: uniformemente retardado.  
 C) Protón y electrón: uniformemente acelerado.  
 D) Protón y electrón: uniformemente retardado.  
 E) Protón y electrón: uniforme.

6. Una carga positiva está ubicada en el centro de la figura 24, en ella se indican con líneas segmentadas dos superficies equipotenciales correspondientes a esta carga. En el punto R una carga  $q$  es colocada, la cual es negativa. Siendo  $E$  el campo eléctrico en R es correcto afirmar que el trabajo hecho para trasladar la carga  $q$  siguiendo la trayectoria RTS es igual a

- A)  $E \cdot (d_1 + d_2)$   
 B)  $q \cdot E$   
 C)  $E / (d_1 + d_2)$   
 D)  $q \cdot E \cdot (d_1 + d_2) / 2$   
 E) cero

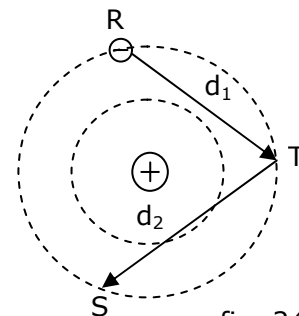
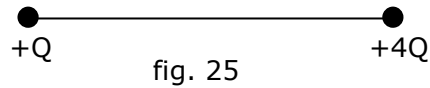
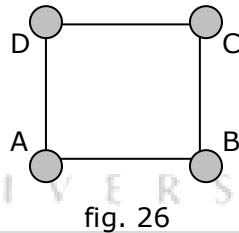


fig. 24

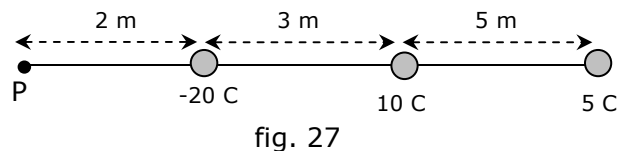
7. Dos cargas puntuales dadas están fijas como muestra la figura 25. ¿Dónde podría ser cero el módulo del campo eléctrico?



- A) En el punto medio de ambas cargas.  
 B) Entre ambas cargas, más cerca de +Q.  
 C) Entre ambas cargas, más cerca de +4Q.  
 D) A la izquierda de +Q.  
 E) A la derecha de +4Q.
8. En los vértices del cuadrado de la figura 26 se quieren colocar 4 cargas puntuales de valores +Q, +Q, -Q y -Q. Para que en el punto intersección de las diagonales interiores del cuadrado el potencial eléctrico sea nulo,



- A) las cargas se pueden ubicar en cualquier vértice.  
 B) las dos cargas positivas deben estar en los extremos de un lado vertical.  
 C) las dos cargas positivas deben estar en los extremos de un lado horizontal.  
 D) las dos cargas positivas deben estar en los extremos de una diagonal.  
 E) no es posible con estas cargas.
9. Se tienen tres cargas colineales, dos de ellas positivas y una negativa, tal como se aprecia en la figura 27, en ella se indican además los valores de cada carga y su respectiva distancia al punto P. Si K es la constante eléctrica, el potencial eléctrico en el punto P debido a estas tres cargas es igual a



- A)  $12,5 \cdot K$  [V]  
 B)  $-5,0 \cdot K$  [V]  
 C)  $-2,5 \cdot K$  [V]  
 D)  $-7,5 \cdot K$  [V]  
 E)  $-0,5 \cdot K$  [V]

10. Se tienen dos cargas eléctricas puntuales de la misma magnitud, separadas una cierta distancia, entonces
- I) si ambas son del mismo signo, el potencial eléctrico en el punto medio es nulo.
  - II) si ambas son del mismo signo, el campo eléctrico en el punto medio es nulo.
  - III) si ambas son de distinto signo, el campo eléctrico en el punto medio es nulo.

Es (son) verdadera(s)

- A) Sólo I.
- B) Sólo II.
- C) Sólo III.
- D) Sólo I y II.
- E) Sólo I y III.

11. Dos cargas puntuales dadas del mismo módulo y distinto signo están fijas en los puntos A y B de la figura 28; M es el punto medio entre las cargas. Podemos afirmar que en M

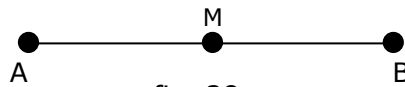


fig. 28

- A) el potencial es nulo y el campo  $\rightarrow$
- B) el potencial es nulo y el campo  $\leftarrow$
- C) el potencial y el campo son nulos.
- D) el potencial no es nulo.
- E) el potencial es nulo y el campo tiene dirección horizontal.

12. La figura 29 muestra dos sistemas de coordenadas con cargas puntuales del mismo módulo fijas a la misma distancia del origen del sistema. Podemos afirmar que en el origen de ambos sistemas de coordenadas

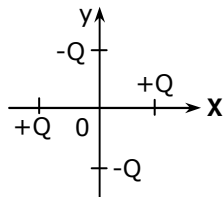
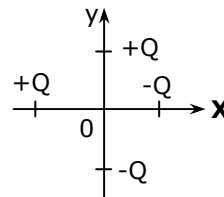


fig. 29



- A) el potencial eléctrico y el campo eléctrico son nulos.
- B) el potencial eléctrico es nulo y el campo eléctrico es no nulo.
- C) el potencial eléctrico es no nulo y el campo eléctrico es nulo.
- D) el potencial eléctrico es nulo.
- E) el campo eléctrico es nulo.

13. Sea  $q$  una carga eléctrica positiva fija. En un punto ubicado a una distancia  $D$  existe un campo eléctrico de módulo  $E$  y un potencial eléctrico  $V$  debido a esta carga. Entonces, en un punto ubicado a una distancia  $2D$ , el módulo del campo eléctrico y el potencial eléctrico valen:

- A)  $E/2$  y  $V/2$
- B)  $E/4$  y  $V/2$
- C)  $E/2$  y  $V/4$
- D)  $E/4$  y  $V/4$
- E)  $E/8$  y  $V/4$

14. En los vértices A, B y C del triángulo equilátero de la figura 30 se coloca una carga puntual en cada vértice del triángulo, de valor  $-Q$  cada una. Es correcto asegurar que en el punto donde se cruzan las alturas

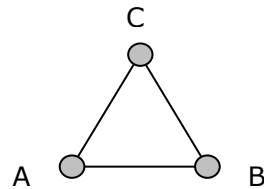


fig. 30

- A) el potencial eléctrico es no nulo y el campo eléctrico es nulo.
- B) el potencial eléctrico es nulo y el campo eléctrico es no nulo.
- C) tanto el potencial eléctrico como el campo eléctrico son no nulos.
- D) tanto el potencial eléctrico como el campo eléctrico son nulos.
- E) Ninguna de las opciones anteriores.

15. Dos cargas puntuales dadas están fijas en los puntos A y B de la figura 31. ¿Dónde podrían ser cero el potencial eléctrico  $V$  y el módulo del campo eléctrico  $E$ , respectivamente?

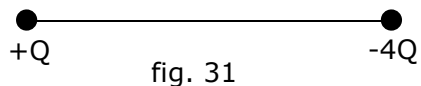


fig. 31

- A) Para  $V$ , a la izquierda de  $+Q$  y para  $E$ , a la derecha de  $-4Q$ .
- B) Para  $V$ , a la derecha de  $-4Q$  y para  $E$ , a la izquierda de  $+Q$ .
- C) Para  $V$ , entre ambas cargas más cerca de  $-4Q$  y para  $E$ , entre ambas cargas más cerca de  $+Q$ .
- D) Entre ambas cargas más cerca de  $+Q$ , en ambos casos.
- E) Para  $V$ , entre ambas cargas más cerca de  $+Q$  y para  $E$  a la izquierda de  $+Q$ .

**CLAVES DE LOS EJEMPLOS**

1E    2D    3B    4B

**Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web  
<http://www.pedrovaldivia.cl>**