

## ELECTRICIDAD II

### Concepto de campo eléctrico

Si en una región del espacio colocáramos una carga eléctrica  $Q$  ó varias cargas  $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$ , esta región verá modificada las propiedades de sus puntos. Aparecerán en todos los puntos geométricos propiedades que no existían antes de poner las cargas. 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  $\vec{F}$ .

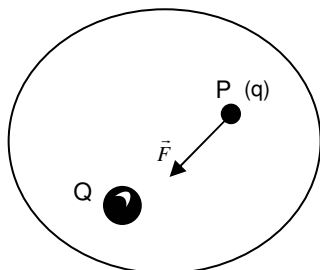


Fig. 1

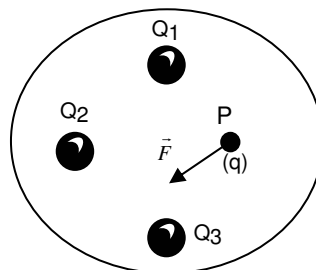


Fig. 2

Podemos decir entonces que "el campo eléctrico" es una región modificada del espacio que rodea a una ó varias cargas eléctricas y que se manifiesta como una fuerza eléctrica actuando sobre una carga.

### 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:

$$\begin{array}{c} P \\ \bullet \\ q \end{array} \rightarrow \vec{F} \qquad \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Leftrightarrow \vec{F} = \vec{E} \cdot q$$

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

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

## Dirección y sentido, del vector campo eléctrico

Llamemos a  $q$ , carga de prueba. Con el propósito de asociar a cada punto del campo un vector  $\vec{E}$  coloquemos en el punto P una carga de prueba y ella quedará expuesta a la acción de una fuerza  $\vec{F}$  tal que:

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

Donde se ve que tenemos el producto de un escalar ( $q$ ) por un vector ( $\vec{E}$ ), del cual podemos concluir que:  $\vec{F}$  y  $\vec{E}$  tienen la misma dirección.

Con respecto del sentido del campo eléctrico  $\vec{E}$  se puede observar que:

- 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.

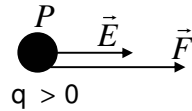


Fig.3

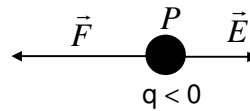


Fig. 4

### Ejemplo:

1. El vector campo eléctrico asociado a un punto del espacio indica:

- I) La intensidad de la fuerza eléctrica ejercida sobre la unidad de carga colocada en ese punto.
- II) La dirección de la fuerza eléctrica ejercida sobre una carga colocada en ese punto.
- III) El sentido de la fuerza eléctrica ejercida sobre una carga positiva colocada en ese punto.

Es (son) verdadera (s):

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

## 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. 5

- 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:

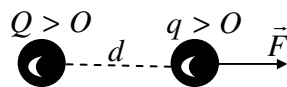
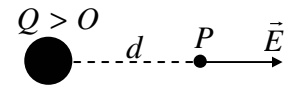


Fig. 6

es decir



- b) Si la carga creadora es negativa:

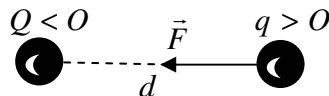
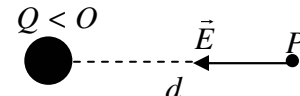


Fig.7

es decir



- 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  $|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q}$

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

## 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*".

El principio de superposición establece que "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".

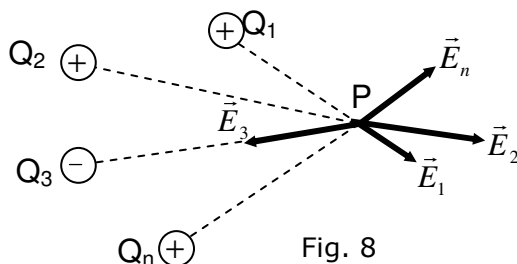


Fig. 8

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

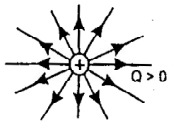
## Líneas de fuerza o líneas de campo

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:

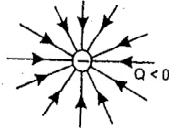
- 1) El vector de campo eléctrico,  $\vec{E}$ , es tangente a las líneas de campo eléctrico en todos los puntos.
- 2) El número de líneas por unidad de área que atraviesan una superficie perpendicular a las líneas es proporcional a la intensidad del campo eléctrico en una región determinada. Por tanto,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

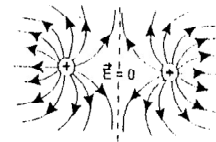
a) Carga positiva



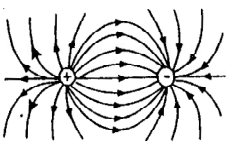
b) Carga negativa



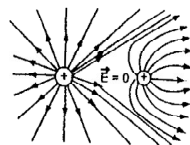
c) Cargas iguales de igual signo



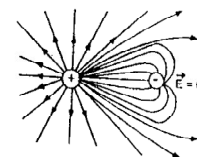
d) Cargas iguales de signo contrario.



e) Cargas distintas de igual signo.



f) 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.

### Ejemplo:

2. En la figura 9,  $Q$  es una carga puntual fija y  $q$  es una carga de prueba, sometida a la acción de la carga  $Q$ . La afirmación correcta es

- A)  $q$  acelera en el sentido de  $\vec{E}$ .
- B)  $Q$  es + y  $q$  es -.
- C)  $Q$  es - y  $q$  es +.
- D)  $Q$  es - y  $q$  es -.
- E) Es posible B y C.

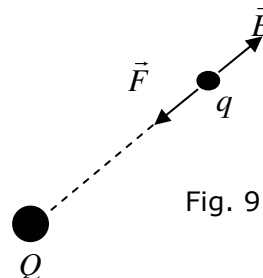


Fig. 9

## Conductor en equilibrio electrostático

Un buen conductor eléctrico, como el cobre, por ejemplo, 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 (uno que está 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, la carga tiende a acumularse en los lugares donde el radio de curvatura de la superficie es más pequeño, es decir, en los puntos agudos.

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 10:

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**.

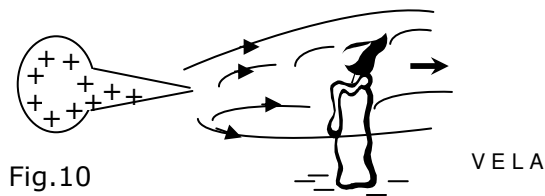


Fig.10

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.

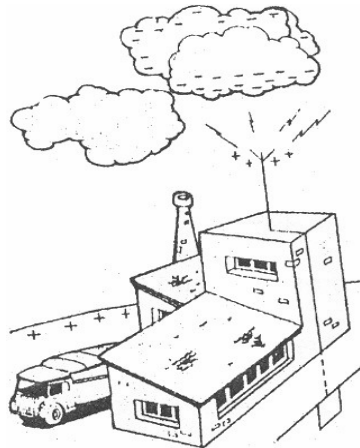


Fig. 11

## 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

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

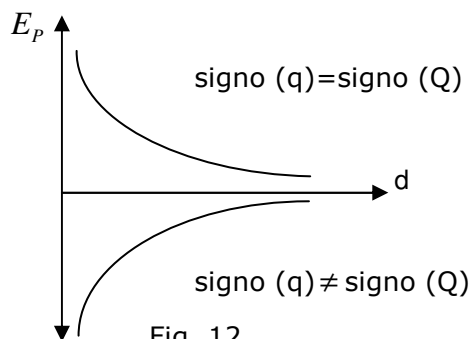
$$W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$$

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:



## 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 13. 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.

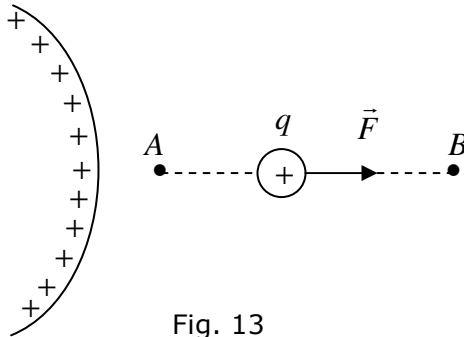


Fig. 13

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 representará por  $V_A - V_B$  y se define por la relación siguiente:

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

La diferencia de potencial eléctrico también se denomina tensión eléctrica (o bien, "voltaje") entre dos puntos, y se representa por  $V_{AB}$ , o sencillamente por  $V$ . De manera que 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 J/C. Esta unidad se denomina 1Volt = 1V, en honor del físico italiano Alessandro Volta, que vivió en el siglo XVIII. Por tanto

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

### Ejemplo:

3. La diferencia de potencial eléctrico entre los puntos A y B en un campo eléctrico es igual a cero. El trabajo eléctrico total que se efectúa cuando se traslada una carga puntual de A a B es

- A) siempre distinta de cero.
- B) distinto de cero sólo si la carga que se traslada es positiva.
- C) distinto de cero sólo si la carga que se traslada es negativa.
- D) distinto de cero sólo si la trayectoria es recta.
- E) siempre igual a cero.

## Potencial establecido por varias cargas puntuales.

En la figura 14 tenemos varias cargas puntuales  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_3$ , y deseamos calcular el potencial que establecen en el punto P. Para ello, inicialmente calculamos el potencial  $V_1$ , que la carga  $Q_1$  establece en P, usando la expresión  $V_1 = K_0 Q_1 / d_1$ . De manera similar, evaluamos los potenciales  $V_2$  y  $V_3$  que cada una de las cargas  $Q_2$  y  $Q_3$  establece en P. Si sumamos estos valores de  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$ , se obtiene el potencial  $V$ , establecido en el punto P por el conjunto de las tres cargas (recuerda que estás sumando escalares).

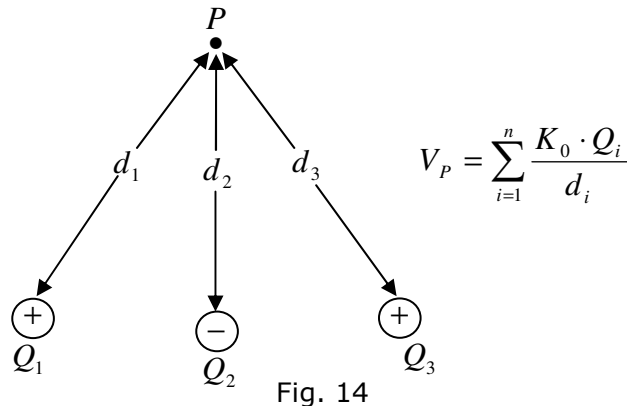


Fig. 14

Como vimos anteriormente, si se desea calcular el campo eléctrico  $\vec{E}$  en el punto P de la figura 14, 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.

### Nota: Sentido del movimiento de una carga

Una carga positiva que suelta en un campo eléctrico, tiende a desplazarse de los puntos donde el potencial es mayor hacia los puntos donde es menor. Una carga negativa tenderá a moverse en sentido contrario, es decir, de los puntos donde el potencial es menor hacia aquellos donde es mayor.

### Ejemplo:

4. ¿Qué carga debe ponerse en el punto A del cuadrado de la figura 15, para que el potencial en el centro sea nulo?

- A)  $3q$
- B)  $-3q$
- C)  $\sqrt{2} q$
- D)  $-\sqrt{2} q$
- E)  $q/3$

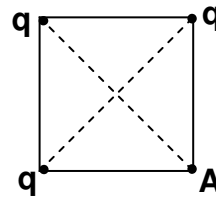


Fig. 15



## Diferencia de potencial en un campo eléctrico uniforme.

La figura 16 muestra dos placas paralelas separadas una distancia  $d$ , y electrizadas con cargas iguales y de signo contrario. Entre ellas existirá un campo uniforme  $\vec{E}$ , dirigido de la placa positiva A hacia la placa negativa B.

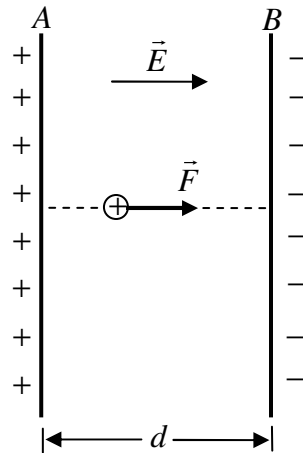


Fig. 16

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,

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

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

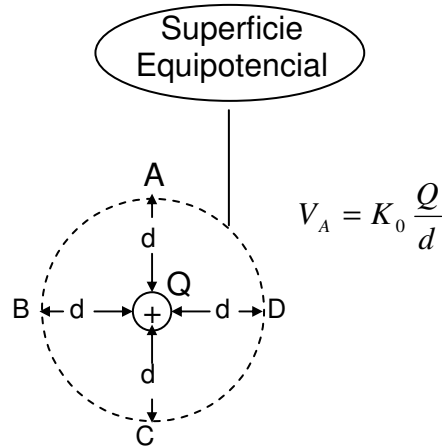


Fig. 17

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 18 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*.

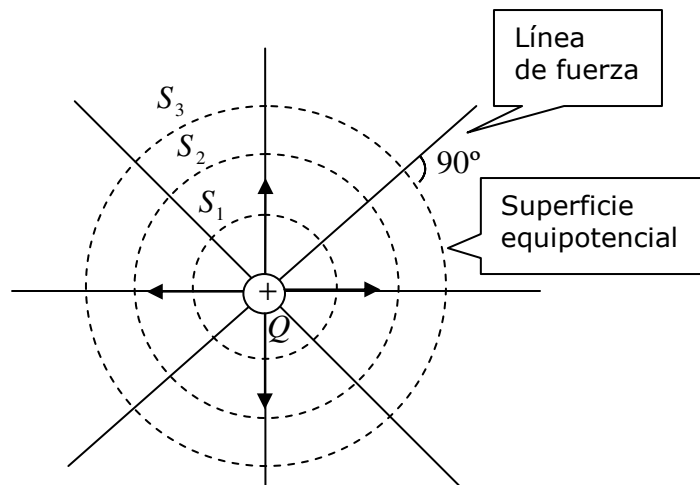


Fig. 18

## PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Considere las siguientes situaciones:

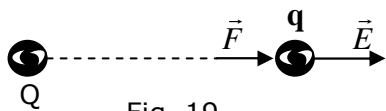


Fig. 19

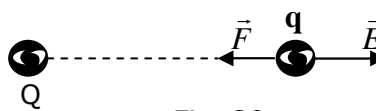


Fig. 20

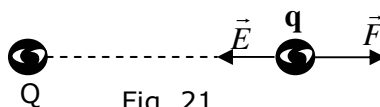


Fig. 21

De las proposiciones:

- I) En la figura 19 ;  $Q > 0$  y  $q > 0$
- II) En la figura 20 ;  $Q < 0$  y  $q > 0$
- III) En la figura 21 ;  $Q < 0$  y  $q < 0$
- IV) En todas las figuras ;  $q > 0$

Es (son) verdadera (s):

- A) Todas son verdaderas.
- B) Sólo I, II y IV son verdaderas.
- C) Sólo I y III son verdaderas.
- D) Sólo II es verdadera.
- E) Sólo I, III y IV son verdaderas.

2. Dos partículas con carga eléctrica se encuentran fijas en los puntos M y N. El campo eléctrico debido a estas dos partículas puede ser nulo en el punto P

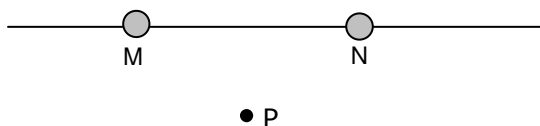


Fig. 22

- A) independientemente de las cargas de estas partículas.
- B) sólo si, las partículas tienen cargas idénticas.
- C) sólo si, las partículas tienen cargas de igual signo.
- D) sólo si, las partículas tienen cargas de distinto signo.
- E) nunca.

3. En los vértices del cuadrado de la figura 23 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 tanto el potencial eléctrico como el campo eléctrico sean nulos,

- A) las cargas se pueden ubicar en cualquier vértice.  
 B) las dos cargas positivas deben ir en los vértices A y C.  
 C) las dos cargas negativas deben ir en los vértices A y B.  
 D) las dos cargas positivas deben ir en los vértices A y B.  
 E) No hay distribución posible con estas cargas.

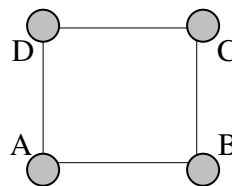


Fig. 23

4. Dos cargas puntuales, de igual valor y de signos contrarios, crean un campo eléctrico en el punto P que se muestra en la figura 24. ¿Cuál de los vectores que se indican en P representa mejor el campo eléctrico resultante en dicho punto?

- A)  $\vec{E}_1$   
 B)  $\vec{E}_2$   
 C)  $\vec{E}_3$   
 D)  $\vec{E}_4$   
 E)  $\vec{E}_5$

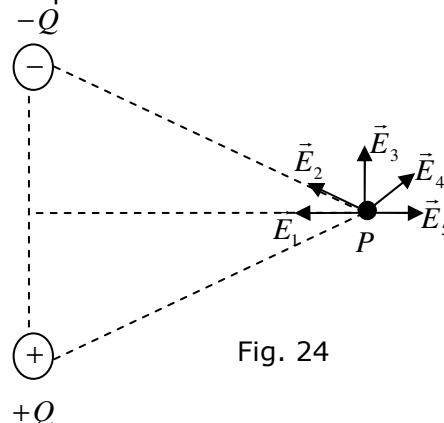


Fig. 24

5. En el punto A de la figura 25 existe un campo eléctrico orientado hacia el punto C. Si fuera colocada en ese punto una carga eléctrica negativa ( $-q$ ), quedaría sujeta a una fuerza orientada

- A) hacia B.  
 B) hacia C.  
 C) hacia arriba, perpendicular a BC.  
 D) hacia abajo, perpendicular a BC.  
 E) Ninguna de las anteriores.

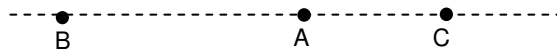


Fig. 25

6. Considere dos cargas,  $q_1$  y  $q_2$  fijas. Se verifica experimentalmente que el campo eléctrico en el punto M equidistante de  $q_1$  y  $q_2$ , puede ser representado por el vector  $\vec{E}$  de la figura 26. En cuanto a los signos y los tamaños de las cargas  $q_1$  y  $q_2$  se puede concluir que

- A)  $++$  ;  $q_1 < q_2$   
 B)  $+ -$  ;  $q_1 < q_2$   
 C)  $++$  ;  $q_1 > q_2$   
 D)  $+ -$  ;  $q_1 > q_2$   
 E)  $- +$  ;  $q_1 < q_2$

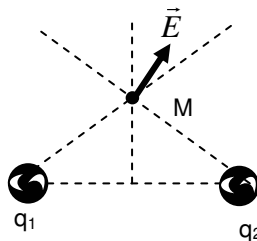


Fig. 26

7. Una partícula con carga eléctrica positiva  $Q$  penetra en un campo eléctrico uniforme con la velocidad  $\vec{V}_0$  perpendicular a las líneas de fuerza, como muestra la figura 27. Despreciando el peso de la partícula. La trayectoria de la partícula será

- A) rectilínea.
- B) circular.
- C) parabólica desviada hacia arriba.
- D) parabólica desviada hacia abajo.
- E) Ninguna de las anteriores.

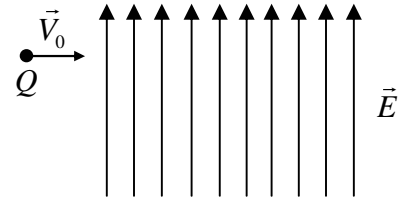


Fig. 27

8. ¿Qué movimiento tendrá un electrón, cuando entre en forma antiparalela al campo eléctrico de la figura 28?

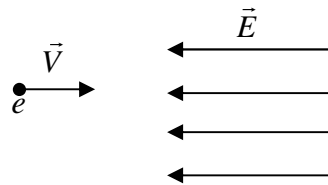


Fig. 28

- A) Rectilíneo uniformemente acelerado.
  - B) Rectilíneo uniformemente retardado.
  - C) Rectilíneo uniforme.
  - D) Parabólico.
  - E) Circular.
9. Considere el campo electrostático generado por una carga eléctrica puntual y positiva  $Q$ . En este campo desplazamos una carga  $q$  desde  $A$  hasta  $B$  de acuerdo a la figura 29. Si  $T$  es trabajo, entonces:

- A) Si  $q$  es  $+$  la fuerza eléctrica realiza  $T < 0$  y  $E_p$  disminuye.
- B) Si  $q$  es  $+$  la fuerza eléctrica realiza  $T > 0$  y  $E_p$  aumenta.
- C) Si  $q$  es  $-$  la fuerza eléctrica realiza  $T < 0$  y  $E_p$  aumenta.
- D) Si  $q$  es  $+$  ;  $T_{AB}$  es  $< 0$  y  $q$  gana  $E_p$  ; y si  $q$  es  $-$  ,  $T_{AB}$  es  $> 0$  y  $q$  pierde  $E_p$  .
- E) Ninguna de las anteriores.

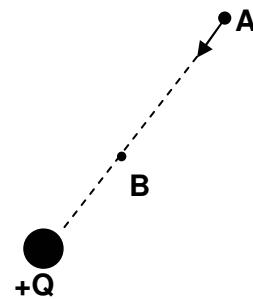


Fig. 29

10. Una partícula con carga positiva se suelta entre dos placas planas, verticales y electrizadas, como muestra la figura 30. Considerando que el peso de la partícula **no es despreciable**, la trayectoria que mejor describiría corresponde a

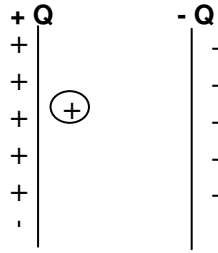
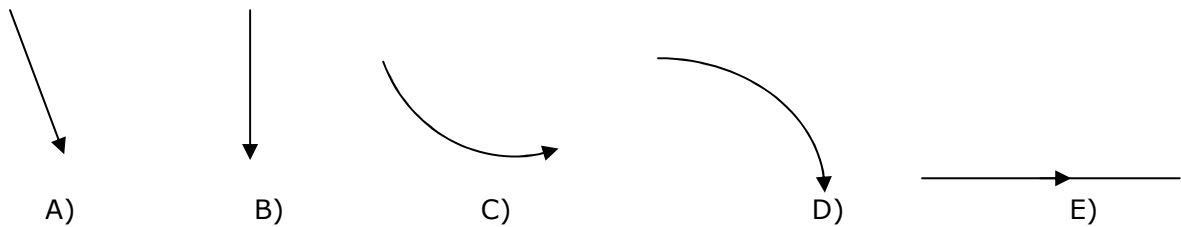
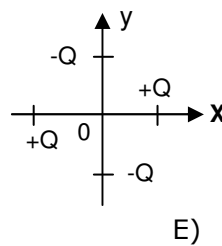
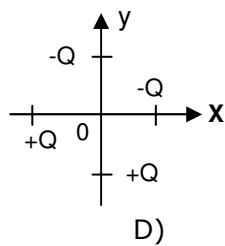
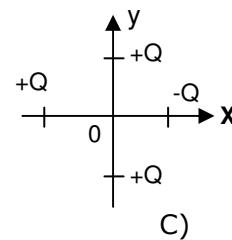
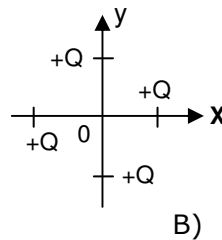
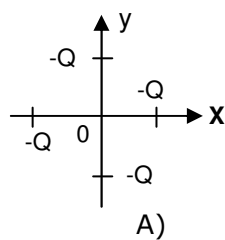


Fig. 30



11. ¿En cuál de las siguientes distribuciones el campo eléctrico y potencial eléctrico en el origen de coordenadas son ambas nulas?



12. Dos cargas puntuales I y II están fijas en las posiciones indicadas en la figura 31:

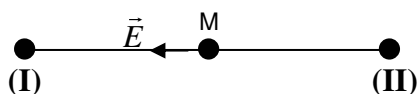


Fig. 31

Se observa experimentalmente que en el punto medio M, el campo eléctrico tiene la dirección y sentido de la figura y que el potencial es NULO. Estos datos permiten afirmar que las cargas I y II tienen valores respectivos

- | I                  | II              |
|--------------------|-----------------|
| A) $-Q$            | $+Q$            |
| B) $-\frac{1}{2}Q$ | $+Q$            |
| C) $+Q$            | $-\frac{1}{2}Q$ |
| D) $-Q$            | $-Q$            |
| E) $+Q$            | $+Q$            |

13. Respecto de las siguientes situaciones físicas que incluyen campo eléctrico y potencial eléctrico, podemos afirmar que:

- I) Cuando el campo eléctrico es nulo en un punto, el potencial eléctrico, necesariamente, también es nulo.
- II) Cuando el campo eléctrico no es nulo en un punto, el potencial, necesariamente, también no es nulo.
- III) Cuando el campo eléctrico es constante en una región, el potencial eléctrico, necesariamente, también es constante.

De ellas (es) son verdadera(s):

- A) Sólo I
- B) Sólo II
- C) Sólo III
- D) Sólo dos de ellas.
- E) Ninguna.

14. Respecto del diagrama de campo adjunto en la figura 32, se hacen las siguientes afirmaciones:

- I) La carga 1 es + y la carga 2 es -
- II) El potencial en A y en C sólo se difieren en signo.
- III) El campo en A es igual que el campo en C.

Es (son) verdadera (s):

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

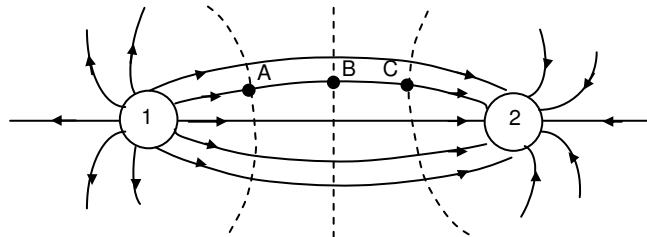


Fig. 32

15. De las afirmaciones:

- I) En la superficie de un conductor cargado y en equilibrio electrostático el campo eléctrico es normal a la superficie.
- II) En la superficie de un conductor cargado y en equilibrio electrostático el potencial es constante.
- III) En la superficie de un conductor cargado y en equilibrio electrostático la densidad superficial de carga es mayor en las regiones donde el radio de curvatura es menor.

Es (son) verdadera(s):

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



### **Solución ejemplo 1**

Por definición el campo eléctrico indica la fuerza de origen eléctrico que se ejerce por unidad de carga.

Además siempre el vector campo eléctrico tiene la misma dirección que la fuerza ejercida sobre la carga donde se está analizando la intensidad de campo eléctrico.

El sentido del vector campo eléctrico y fuerza electrostática, es igual, si la carga situada en el punto del espacio tiene un signo positivo.

**La alternativa correcta es D**

### **Solución ejemplo 2**

Si el vector campo eléctrico y fuerza electrostática, tienen distinto sentido (como muestra la figura), la carga de prueba tiene signo negativo. Luego si la fuerza es atractiva quiere decir que la carga puntual (fija) tiene distinto signo (positivo).

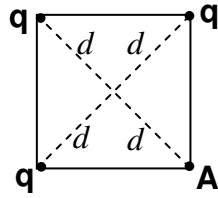
**La alternativa correcta es B**

### **Solución ejemplo 3**

La respuesta es sencilla, basta tener en cuenta la definición ( $V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$ ). Si la diferencia de potencial entre dos puntos es nula, el trabajo realizado también lo será.

**La alternativa correcta es E**

### Solución ejemplo 4



El voltaje en el centro del cuadrado, es la suma escalar, de cada uno de los voltajes relacionados con las cargas situadas en los vértices:

$$K_0 \left( \frac{q}{d} + \frac{q}{d} + \frac{q}{d} + \frac{q_A}{d} \right) = 0 \Rightarrow q_A = -3 \cdot q$$

**La alternativa correcta es B**

DSIFM24

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