



# TEMA 3. POTENCIAL ELÉCTRICO

## 1. ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA

Cuando una partícula con carga se mueve en un campo eléctrico, este último ejerce una fuerza que efectúa un trabajo sobre la partícula. Dicho trabajo siempre se puede expresar en términos de la energía potencial eléctrica. Así como la energía potencial gravitacional depende de la altura de una masa sobre la superficie terrestre, la energía potencial eléctrica depende de la posición que ocupa la partícula con carga en el campo eléctrico. Describiremos la energía potencial eléctrica utilizando un concepto nuevo, llamado potencial eléctrico o simplemente potencial.

Para desarrollar la energía potencial eléctrica debemos recordar:

- El trabajo efectuado por una fuerza es:
- Cuando las fuerzas son conservativas, el trabajo se relaciona con la energía según:
- El cambio en la energía cinética durante cualquier desplazamiento, es igual al trabajo total realizado sobre la partícula.





## ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA EN UN CAMPO UNIFORME

*Demostración.*

## ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA DE DOS CARGAS PUNTUALES

La energía entre dos cargas puntuales es:

$$U = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$$

*Demostración.*

Es importante destacar que la energía potencial es una propiedad “compartida” por las dos cargas. Y podemos analizar sus valores en función de las cargas:





**EJERCICIO 3.1.** (Sears y Zemansky, Física Universitaria, Ejemplo 23.1)

Un positrón (antipartícula del electrón) tiene una masa de  $9.11 \times 10^{-31}$  kg y una carga  $q_0 = +e = 1.60 \times 10^{-19}$  C. Suponga que un positrón se mueve en la vecindad de una partícula  $\alpha$  (alfa), cuya carga es  $q = +2e = 3.20 \times 10^{-19}$  C y con masa  $6.64 \times 10^{-27}$  kg. La partícula  $\alpha$  tiene una masa 7000 veces mayor que la del positrón, por lo que se supondrá que está en reposo. Cuando el positrón está a  $1.00 \times 10^{-10}$  m de la partícula  $\alpha$ , se aleja de ésta con una rapidez de  $3.00 \times 10^6$  m/s. a) ¿Cuál es la rapidez del positrón cuando las dos partículas están separadas una distancia de  $2.00 \times 10^{-10}$  m? b) ¿Cuál es la rapidez del positrón cuando está muy alejado de la partícula  $\alpha$ ?

ENERGÍA POTENCIAL ELÉCTRICA CON VARIAS CARGAS PUNTUALES

La energía en una carga  $q_0$  debido a varias cargas puntuales es:

$$U = k q_0 \sum \frac{q_i}{r_i}$$

*Demostración.*





## 2. POTENCIAL ELÉCTRICO

El potencial eléctrico es la energía potencial por unidad de carga. El potencial  $V$  se define, en cualquier punto del campo eléctrico, como la energía potencial  $U$  por unidad de carga asociada con una carga de prueba  $q_0$  en ese punto:

$$V = \frac{U}{q_0}$$

Unidades  $1V = 1 J/C$

### POTENCIAL ELÉCTRICO POR UNA CARGA PUNTUAL

$$V = k \frac{q}{r}$$

### PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN

$$V_T = k \sum \frac{q_i}{r_i}$$

**EJERCICIO 3.2.** Dado un sistema de cargas  $q_1=3nC$  y  $q_2=-2nC$  situadas en el origen y el punto  $(3,0)$  respectivamente, calcula el potencial eléctrico generado:

a) En el punto  $(1,0)m$

b) En el punto  $(4,0)m$

c) En el punto  $(0,3)m$





**EJERCICIO 3.3.** Dado un sistema de cargas  $q_1=5\text{nC}$  y  $q_2=-10\text{nC}$  situadas en el origen y el punto  $(2,0)$  respectivamente, calcula el punto donde se anula el potencial eléctrico.

### POTENCIAL ELÉCTRICO EN DISTRIBUCIONES DE CARGA

$$dV = k \frac{dq}{r}$$

También podemos calcularlo como:

$$V - V_{ref} = - \int_{r_{ref}}^r \vec{E} \cdot \vec{dr}$$

Veamos el potencial de las diferentes distribuciones de carga que analizamos en los temas 1 y 2.

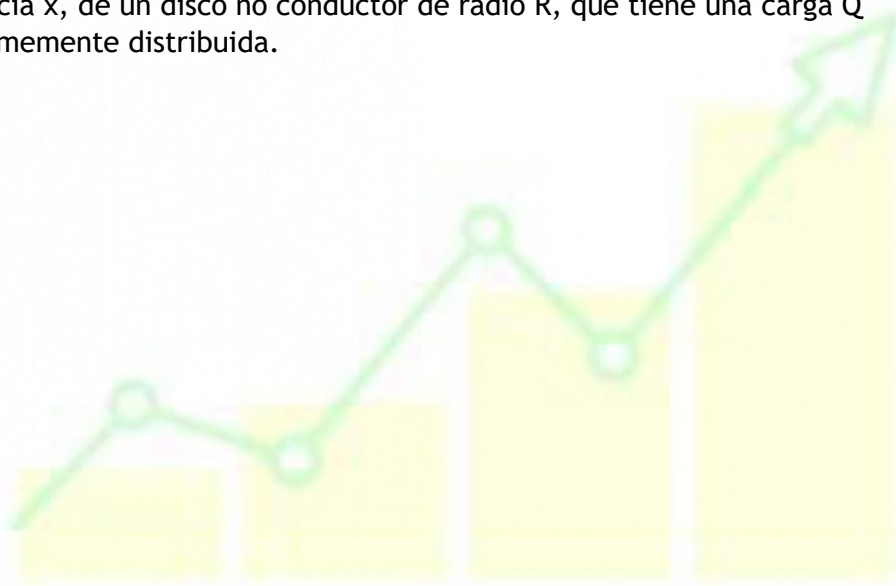
**EJERCICIO 3.4.** Supuesta una varilla no conductora, de longitud finita  $L$ , con una carga uniformemente distribuida de valor  $Q$ , calcula el potencial eléctrico creado en un punto alineado con la varilla a una distancia  $b$  del extremo.





**EJERCICIO 3.5.** Calcula el potencial eléctrico creado en un punto del eje de un anillo de radio  $R$ , que tiene una carga  $Q$  uniformemente distribuida.

**EJERCICIO 3.6.** Calcula el potencial eléctrico creado en un punto del eje, a una distancia  $x$ , de un disco no conductor de radio  $R$ , que tiene una carga  $Q$  uniformemente distribuida.



**EJERCICIO 3.7.** Calcula el potencial eléctrico generado por una esfera, no conductora, hueca, muy fina, de radio  $R$ , y cargada con una carga total  $Q$  en un punto a una distancia  $r$ .





**EJERCICIO 3.8.** Calcula el potencial eléctrico generado por una esfera, no conductora, maciza, de radio  $R$ , y cargada con una carga total  $Q$  en un punto a una distancia  $r$ .

**EJERCICIO 3.9.** Calcula el potencial eléctrico generado por un hilo muy largo, de radio despreciable, con una densidad de carga de  $\lambda$  C/m en un punto  $P$  a una distancia  $r$ .

**EJERCICIO 3.10.** Calcula el potencial eléctrico generado por una lámina muy grande de espesor despreciable y cargada con una densidad superficial de carga  $\sigma$  C/m<sup>2</sup> en un punto  $P$  a una distancia  $r$  de la lámina.





**EJERCICIO 3.11.** Calcula el potencial eléctrico generado por dos láminas paralelas y muy grandes, de espesor despreciables cargadas, la primera con una densidad superficial de carga  $+\sigma$  C/m<sup>2</sup> y la segunda  $-\sigma$  C/m<sup>2</sup>, en un punto P a una distancia  $r$  de la primera lámina

Recordando que, en el interior de un conductor, el potencial eléctrico debe ser constante:

**EJERCICIO 3.12.** Calcula el campo eléctrico generado por una esfera conductora de radios  $R_1$  y  $R_2$ , cargada con una carga  $+2Q$  y que en su centro se encuentra una carga puntual  $-Q$ .

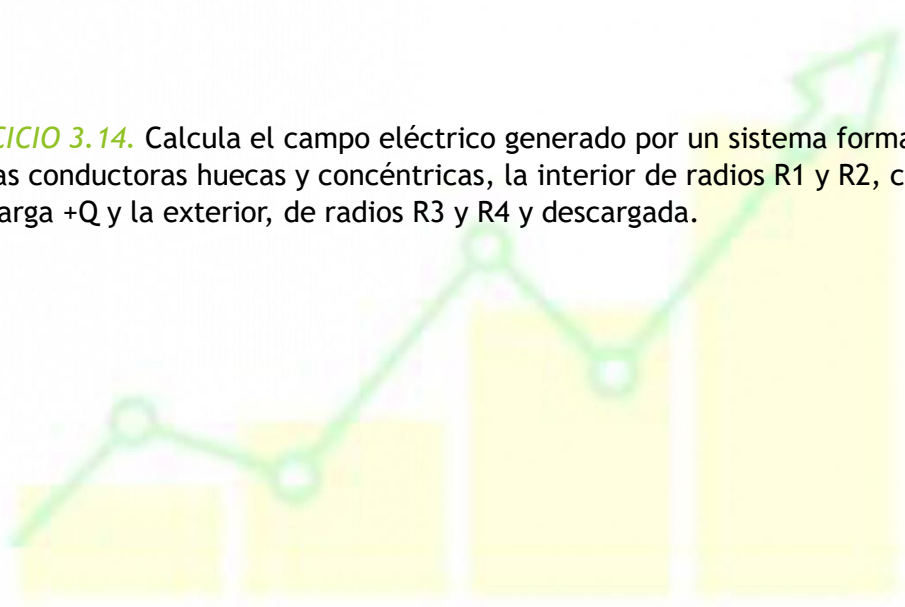






**EJERCICIO 3.13.** Calcula el campo eléctrico generado por un sistema formado por dos esferas conductoras, la interior de radio  $R_1$ , cargada con una carga  $-Q$  y la exterior, de radios  $R_3$  y  $R_4$  y carga  $+Q$ .

**EJERCICIO 3.14.** Calcula el campo eléctrico generado por un sistema formado por dos esferas conductoras huecas y concéntricas, la interior de radios  $R_1$  y  $R_2$ , cargada con una carga  $+Q$  y la exterior, de radios  $R_3$  y  $R_4$  y descargada.





Teniendo en cuenta el principio de conservación de la energía mecánica, también pueden surgir ejercicios relacionados con el movimiento de las cargas a través de una diferencia de potencial.

**EJERCICIO 3.15.** (Sears y Zemansky, Física Universitaria, Ejemplo 23.7)

En la **figura 23.15**, una partícula de polvo, cuya masa es  $m = 5.0 \times 10^{-9} \text{ kg} = 5.0 \text{ } \mu\text{g}$  y con carga  $q_0 = 2.0 \text{ nC}$ , parte del reposo en un punto  $a$  y se mueve en línea recta hasta un punto  $b$ . ¿Cuál es su rapidez  $v$  en el punto  $b$ ?

