EJERCICIOS, PARTE 3

FIS-120;   1er SEM.2015, UTFSM, abril de 2015

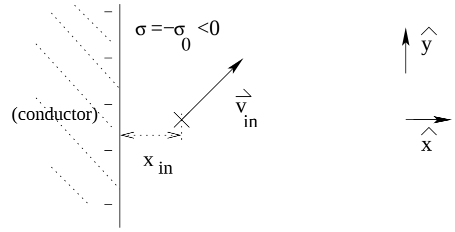

Fig.1

I.) Una partícula, con masa $M = 0,8\ kg$ y carga $q = +2\ n\mathcal{C}$ $(= +2\cdot 10^{-9}\ \mathcal{C})$, se encuentra fuera de un conductor, a una distancia inicial $x_{\text{in.}} = 0.25\ m$ de la superficie del conductor. La superficie del conductor tiene densidad negativa superficial de carga $\sigma = -0,177\ \mathcal{C}/m^2$, y el radio de curvatura $R \gg\ 1\ m$. La velocidad inicial de la partícula es $\vec{v}_{\text{in.}} = (5,5,0)\ m/s = 5\hat{x}\ m/s + 5\hat{y}\ m/s$. Ver el dibujo.

Datos: $M = 0,8\ kg$, $q = +20\ n\mathcal{C}$, $x_{\text{in.}} = 0.25\ m$, $\vec{v}_{\text{in.}} = (5,5,0)\ m/s$; $\sigma = -1,77 \cdot 10^{-2}\ \mathcal{C}/m^2$;
use también: $\epsilon_0 \approx 8,85 \cdot 10^{-12}\ \mathcal{C}^2/(Nm^2)$.

- Si el campo eléctrico en algún sector es constante, digamos $\vec{E}(\vec{r}) = (E_x, E_y, E_z)$ donde E_x, E_y, E_z son constantes (positivas o negativas), el potencial eléctrico en este sector es $V(\vec{r}) \equiv V(x,y,z) = -E_x\ x - E_y y - E_z z + C = -\vec{E}\cdot\vec{r} + C$ (donde C es una constante). ¿Por qué? Recuerde que siempre vale: $-\nabla V(\vec{r}) \equiv -(\partial V/\partial x, \partial V/\partial y, \partial V/\partial z) = \vec{E}(\vec{r})$.
- Es una consecuencia directa de la segunda ley de Newton ($M\ d\vec{v}/dt = \vec{F}_{\text{tot.}}$): el trabajo del total de las fuerzas sobre una partícula es el cambio de la energía cinética de la partícula: $W_{\text{tot.}}^{(\text{in.}\to\text{fin.})} = K_{\text{fin.}} - K_{\text{in.}}$; note que $K = (1/2)M\vec{v}^2$. La fuerza total es la suma de las fuerzas eléctricas (conservativas) y de la fuerza del agente externo (usualmente fuerza no-conservativa): $\vec{F}_{\text{tot.}} = \vec{F}_{\text{el.}} + \vec{F}_{\text{a.e.}}$, por eso: $W_{\text{tot.}} = W_{\text{el.}} + W_{\text{a.e.}}$.
- El trabajo de las fuerzas eléctricas (conservativas) sobre una partícula (de carga q) es el negativo del cambio de la energía potencial eléctrica (a través de esta relación se **define** la energía potencial): $W_{\text{el.}}^{(\text{in.}\to\text{fin.})} \equiv -\triangle U_{\text{el.pot.}} \equiv -(U_{\text{el.pot.}}^{(\text{fin.})} - U_{\text{el.pot.}}^{(\text{in.})}) = -(qV(\vec{r}_{\text{fin.}}) - qV(\vec{r}_{\text{in}}))$.
- Consecuencia de los dos items anteriores: el trabajo del agente externo sobre una partícula es el cambio de la energía total de la partícula: $W_{\text{a.e.}}^{\text{in.}\to\text{fin.}} = (K_{\text{fin.}} + U_{\text{el.pot.}}^{(\text{fin.})}) - (K_{\text{in.}} + U_{\text{el.pot.}}^{(\text{in.})})$.

Calcule:

1. Calcule el campo eléctrico en el sector fuera del conductor ($x > 0$), no demasiado lejos del conductor.
2. Si la partícula se mueve desde el punto inicial sólo bajo actuación de las fuerzas eléctricas ejercidas por el conductor, calcule la distancia más grande x_{max} que alcanza la partícula; además, calcule la rapidez $v_{\text{imp.}}$ que tiene la partícula cuando impacte en la superficie del conductor; además, calcule el vector (velocidad) del impacto $\vec{v}_{\text{imp.}}$; calcule el trabajo $W_{\text{el.}}$ de las fuerzas eléctricas durante el viaje desde el punto inicial hasta el punto de impacto.
3. Si la partícula se mueve desde el punto inicial bajo actuación de las fuerzas eléctricas ejercidas por el conductor **y de la fuerza de un agente externo** ("a.e."), y sabemos que la rapidez de impacto en este caso es $v_{\text{imp.}} = 10\ m/s$, calcule el trabajo $W_{\text{a.e.}}$ del agente externo y el trabajo $W_{\text{el.}}$ de las fuerza eléctricas durante el viaje desde el punto inicial hasta el punto de impacto en este caso.

Ver un comentario en la otra página (a la vuelta).

Comentario: se pueden plantear problemas similares con trabajos y energías de una partícula de prueba, pero en casos de cargas fuentes diferentes. Por ejemplo, cuando las cargas fuentes tienen distribución esféricamente simétrica. O, por ejemplo, cuando las cargas fuentes son un conjunto de partículas puntos: q_1 en $\vec{r}_1$, q_2 en $\vec{r}_2$, ..., q_n en $\vec{r}_n$; en tal caso, el potencial eléctrico es simplemente:

$$V(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{j=1}^{n} \frac{q_j}{|\vec{r} - \vec{r}_j|} \ .$$