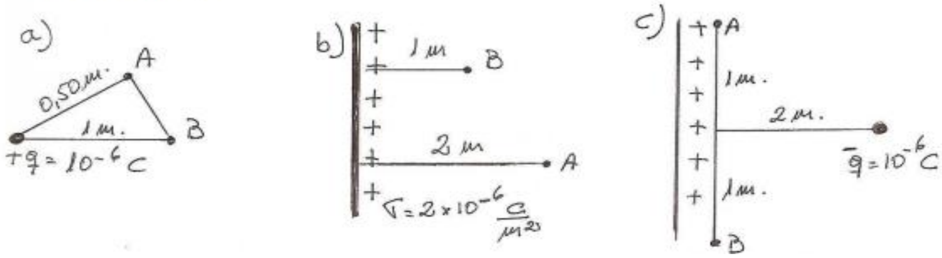
Resolución problema 8, guía 5

8. ¿Qué trabajo se realiza en trasladar una carga de 10^{-8} C desde A hasta B? (sin aumentar su energía cinética).



Recordemos que el trabajo involucrado en el movimiento de una carga de prueba q´ desde A hasta B en un campo eléctrico pre-existente es igual a la variación de la energía potencial (U_b-U_a), con el signo cambiado. Es decir, vale U_a-U_b. Si ese trabajo resulta positivo, quiere decir que es la fuerza eléctrica del campo la que trabaja, y la carga de prueba se mueve a favor de las líneas de campo, hacia potenciales menores. Si ese trabajo es negativo, significa que se debe aplicar una fuerza exterior (la nuestra) para mover la carga de prueba en contra del campo, hacia potenciales superiores.

Y la energía potencial es igual al producto de la carga móvil de prueba por el potencial.

Resumiendo: el trabajo involucrado es: $W=q´(V_a-V_b)$. q´ vale 1.10^{-8} C en este problema.

En el primer caso, el problema nos pregunta el trabajo involucrado para mover la carga de prueba desde A hasta B. Como el campo eléctrico es conservativo, el trabajo será el mismo sin importar el camino que se tome. Por ejemplo, podríamos pensar que la carga se mueve inicialmente sobre un arco de circunferencia con r=constante igual a medio metro. Ese movimiento no involucra cambio de energía potencial y por lo tanto no se requiere trabajo para realizarlo. En un segundo paso, pensamos en llevar la carga de prueba en forma radial, desde una distancia de medio metro, hasta una distancia de un metro, en la misma dirección del campo eléctrico de la carga generadora. Así lo resolveremos. El potencial es generado por una carga puntual y su expresión es: $V=k_0.q/r$

Que para nuestro caso es:

$V_a=1.10^{-6}$ C. 9.10^9 N m^2/C^2 /0,5 m = 18.000 V y $V_b=1.10^{-6}$ C. 9.10^9 N m^2/C^2 /1m = 9.000 V

Entonces $q´.(V_a-V_b)=W=1.10^{-8}$ C . (+) 9.000 V = **9.10^{-5} J=W. El signo positivo indica que la carga se mueve a favor del campo. Es el campo el que "empuja".**

El segundo caso es más interesante. Nuevamente, elegimos el camino más sencillo de resolver. Trasladar la carga de prueba en forma recta hacia la placa cargada, luego sobre ésta, y finalmente alejarla perpendicularmente hasta B.

Recordamos la expresión para al campo de una placa infinita cargada. Su módulo es: $|E|=\sigma/2\varepsilon_0$, mientras que su dirección es perpendicular a la placa, y su sentido es saliente de la misma si la placa está cargada positivamente. σ en la densidad superficial de carga. Lo excepcional de este campo es que es constante en el espacio, no depende de la distancia ni de ninguna otra variable, una vez fijada la densidad de carga. Por lo tanto el potencial, del cual se deriva el campo como gradiente, es lineal con respecto a la distancia a la placa. Es decir, el potencial es: $V=\sigma/2\varepsilon_0.x$ + constante y entonces la diferencia de potencial al ir de A hasta B, sin importar el camino es:

$V_a-V_b=\sigma/2\varepsilon_0 .(-1)m$ que utilizando los valores del problema da: Va-Vb= -1,14. 10^5 V

Recordar que: $\varepsilon_0=8.8 . 10^{-12}$ C/mV

Finalmente, multiplicando por la carga de prueba tenemos: W=-1,15 .10^{-3} J

En este caso el signo es negativo, indicando que debemos hacer una fuerza que trabaje en contra del campo.

En el tercer caso, hay una doble distribución de carga generadora: una placa cargada y una carga puntual. Por razones de simetría, se observa que A y B están sobre una equipotencial respecto de la placa conductora (el potencial depende solo de la distancia), pero también respecto de la carga puntual (el potencial depende de la distancia). Por lo tanto en A y B el potencial es el mismo, razón por la cual no hay trabajo neto al ir de A a B.

Dicho de otra forma, durante la mitad del camino será el campo de la carga generadora puntual el que trabaje sobre la carga (porque tienen signos contrarios y se están acercando), y durante la otra mitad habrá que trabajar contra ese campo para mover la carga en contra del campo (porque se están alejando y entre ellas hay fuerza de atracción). El balance neto de trabajo es nulo.

Por último, todos estos razonamientos involucran traslados infinitamente lentos, de manera que no entre en juego la energía cinética.