	1º Parcial FFI/First mid term FFI exam **5/11/2021** Curso/Year 2021/2022	Departamento de Física Aplicada Applied Physics Dept.

1.- The XZ plane of a reference system (infinite plane) is charged with uniform surface density of charge σ=-1 μC/m^2, and there is a positive point charge q=5 μC at point P(0,2,0).

Given points A(0,3,0) m, B(0,5,0) m, C(1,2,0) m and D(2,2,0) m, find:

a) The electric field vector at point A.
b) The difference of potential between points A and B.
c) The difference of potential between points C and D.
d) The difference of potential between points A and C.
e) The coordinates of a point, placed over the Y axis, where the electric field was null.

El plano XZ de un sistema de referencia (plano infinito) está cargado con una densidad superficial de carga homogénea σ=-1 μC/m^2, y en el punto P(0,2,0) hay una carga puntual positiva q=5 μC.

Dados los puntos A(0,3,0) m, B(0,5,0) m, C(1,2,0) m y D(2,2,0) m, calcular:

a) El vector campo eléctrico en el punto A.
b) La diferencia de potencial entre los puntos A y B.
c) La diferencia de potencial entre los puntos C y D.
d) La diferencia de potencial entre los puntos A y C.
e) Da las coordenadas de un punto, situado sobre el eje Y, donde el campo eléctrico se anule.

Solución:

a) $\vec{E}_A = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{j} + \frac{kq}{d^2}\vec{j} = (-\frac{10^{-6}}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-12}} + \frac{9\cdot 10^9\cdot 5\cdot 10^{-6}}{1^2})\vec{j} = (-56,5+45)\cdot 10^3\vec{j} = -11,5\cdot 10^3\vec{j}\ N/C$

b) $V_A - V_B = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(5-3) + (\frac{kq}{1} - \frac{kq}{3}) = -\frac{10^{-6}}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-12}}2 + \frac{9\cdot 10^9\cdot 5\cdot 10^{-6}\cdot 2}{3} = (-113+30)\cdot 10^3 = -83000\,V$

c) $V_C - V_D = \frac{kq}{1} - \frac{kq}{2} = \frac{9\cdot 10^9\cdot 5\cdot 10^{-6}}{2} = 22,5\cdot 10^3 = 22500\,V$

d) $V_A - V_C = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(3-2) + (\frac{kq}{1} - \frac{kq}{1}) = \frac{10^{-6}}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-12}} = 56,5\cdot 10^3 = 56500\,V$

e) Ese punto debe estar situado sobre el eje X, porque en cualquier punto fuera de ese eje, los campos eléctricos creados por el plano y por la carga tienen diferentes direcciones y no pueden anularse. Para que el campo eléctrico total se anule, el campo eléctrico debido al plano debe anular al creado por la carga. Es decir, si d es la distancia desde el punto buscado a P, debe verificarse que

$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{kq}{d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{kq2\varepsilon_0}{\sigma}} = \sqrt{\frac{45}{56,5}} = 0,89\,m$$

En el punto Y=2-0,89=1,11 m, entre la carga y el plano, los campos eléctricos creados por la densidad superficial y la carga puntual se refuerzan, por lo que el campo eléctrico no puede anularse. Pero el campo eléctrico se anula en el punto con coordenada Y=2+0,89=2,89 m porque en este punto ambos campos tienen sentidos diferentes, con el mismo módulo. Entonces el punto donde se anula el campo eléctrico es el punto (0, 2,89, 0) m.

2.- The radius of a drop of water is R, and it is charged with a positive charge Q. By assuming that the water is a conductor material and that the drops are always spherical, compute (as a function of Q, R and ε_0)

a) The surface density of charge of the drop.
b) The electric potential of the drop.
c) The electric field inside the drop.

When it falls, it is divided into two equal drops, being the total charge of the drops and the total volume conserved before and after the division. The drops are always spherical. Compute

d) The electric potential of each drop after the division.
e) The electric field outside the drops, at points very close to their surfaces.

Una gota de agua de lluvia tiene un radio R, y está cargada con una carga positiva Q. Admitiendo que el agua es un material conductor y que las gotas son esféricas en todo momento, calcular, en función de Q, R, y ε_0

a) La densidad superficial de carga de la gota
b) El potencial eléctrico de la gota.
c) El campo eléctrico en su interior.

Al caer, se divide en dos gotas iguales, conservándose la carga total y el volumen total antes y después de dividirse la gota, manteniéndose en todo momento la forma esférica. Calcular

d) El potencial eléctrico de cada una de las gotas después de dividirse.
e) El campo eléctrico fuera de las gotas, en puntos muy próximos a sus superficies.

Solution:

a) $\sigma = \dfrac{Q}{S} = \dfrac{Q}{4\pi R^2}$

b) $V = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$

c) $E = 0$

d) Cuando la gota se divide, cada una de las nuevas gotas tendrá una carga Q/2, y el radio r de las nuevas gotas cumplirá que

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 2\frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{R^3}{2}} = \frac{R}{1{,}26}$$

Y el potencial de las nuevas gotas será $V' = \dfrac{Q/2}{4\pi\varepsilon_0 \dfrac{R}{1{,}26}} = \dfrac{Q}{6{,}35\pi\varepsilon_0 R}$

e) En puntos muy próximos a la superficie de un conductor el campo eléctrico, según el teorema de Coulomb, es

$$E=\frac{\sigma}{\varepsilon_0}=\frac{Q/2}{4\pi(\frac{R}{1,26})^2\varepsilon_0}=\frac{Q}{5,04\pi R^2\varepsilon_0}$$

3.- An electric motor (a receptor) shows an efficiency of 90 %. The motor is connected to an ideal generator with electromotive force 12 V, being the intensity flowing along the motor 1,25 A. With these data, find:

a) The power consumed by the motor.
b) The power turned by the motor into mechanical energy.
c) The contraelectromotve force of the motor.
d) The internal resistance of motor.
e) By assuming that the contraelectromotive force and the internal resistance you have just computed don't change, find the intensity would flow along the motor if the electromotive force of the generator was 15 V instead 12 V.

De un motor eléctrico (un receptor) se sabe que tiene un rendimiento del 90 %. Se conecta a un generador ideal de f.e.m. 12 V, siendo 1,25 A la intensidad que circula por el motor. Con estos datos, determina:
a) La potencia consumida por el motor.
b) La potencia transformada por el motor en energía mecánica.
c) La fuerza contraelectromotriz del motor.
d) La resistencia interna del motor.
e) Suponiendo que la f.c.e.m. y la resistencia interna calculadas no cambian, calcular la intensidad que recorrería el motor si el generador ideal fuera de f.e.m. 18 en lugar de 12 V.

Solution:

a) $P_c=VI=12\cdot 1,25=15\,w$

b) $P_t=\eta' P_c=0,9\cdot 15=13,5\,w$

c) $P_t=\varepsilon' I=13,5\Rightarrow \varepsilon'=\frac{13,5}{1,25}=10,8\,V$

d) $P_{r'}=P_c-P_t=15-13,5=1,5=I^2r'\Rightarrow r'=\frac{1,5}{1,25^2}=0,96\,\Omega$

e) $I=\frac{18-10,8}{0,96}=7,5\,A$

4.- State clearly Kirchoff's rules. Tell if any of them are related to the principle of the conservation of the energy, and if yes, explain this relationship.

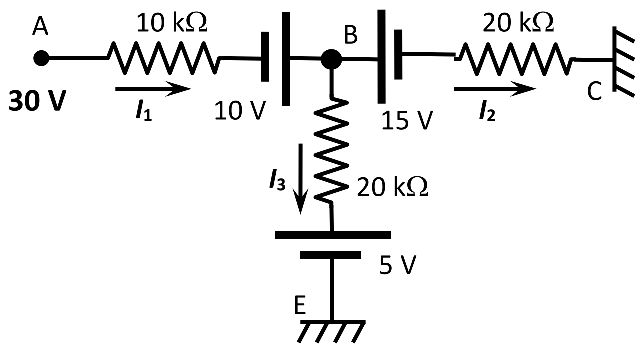
Enuncia claramente las leyes de Kirchoff. Di si alguna de ellas tiene alguna relación con el principio de conservación de la energía, y en caso afirmativo, explica esta relación.

Solution:

La primera ley de Kirchoff establece que la suma algebraica de todas las intensidades concurrentes en un nudo de una red eléctrica es cero.

La segunda ley de Kirchoff dice que la suma algebraica de las diferencias de potencial en todos los dipolos a lo largo de un circuito cerrado es cero.

La segunda ley de Kirchoff está relacionada con el principio de conservación de la energía. La diferencia de potencial entre dos puntos es igual al trabajo realizado sobre una carga de 1 C al moverla desde un punto a otro. Afirmar que la suma algebraica de las diferencias de potencial a lo largo de un circuito cerrado es cero, es equivalente a decir que el trabajo hecho sobre una carga que sigue un camino cerrado es cero, es decir, que la energía tomada por esa carga es igual a la energía perdida por ella (la energía se conserva).



5.- On the network on picture

a) Find the currents I_1, I_2 and I_3, according the directions given.
b) Compute the equivalent Thevenin´s generator between points A and E.
c) Compute the total consumed power on the resistors of circuit.
d) Compute the power supplied to the circuit by the 30 V generator placed on the branch between A and E (not drawn on the picture).
e) Which current would flow along a 5 KΩ resistor added to the circuit between points C and E?

5.- En la red de la figura,

a) Determina las corrientes I_1, I_2 e I_3, de acuerdo con los sentidos indicados.
b) Calcula el generador equivalente de Thevenin entre los puntos A y E
c) Calcula la potencia total consumida en las resistencias del circuito.
d) Calcula la potencia aportada al circuito por el generador de 30 V colocado en la rama entre A y E (no dibujado).
e) ¿Qué corriente circularía por una resistencia de 5 KΩ añadida al circuito entre los puntos C y E?

Solución:

a) $\begin{array}{l} I_1 = I_2 + I_3 \\ 30 = 10I_1 - 10 + 20I_3 + 5 \\ 0 = -20I_2 - 15 + 20I_3 + 5 \end{array}$ Resolviendo el sistema $I_1 = \dfrac{3}{2}\,mA$ $\quad I_2 = \dfrac{1}{2}\,mA$ $\quad I_3 = 1\,mA$

b) $V_A - V_E = 30\,V$ Las resistencia equivalente entre A y E es: $R_{AE} = 0$

c) $P_R = (\frac{3}{2})^2 10 + (\frac{1}{2})^2 20 + 1^2 20 = 47,5\, mW$

d) La potencia suministrada al circuito por el generador de 30 V es: $P_{30} = 30 \cdot I_1 = 30 \cdot \frac{3}{2} = 45\, mW$

e) Como los puntos C y E tienen ambos el mismo potencial (cero), la corriente que circularía por una resistencia colocada entre estos puntos, sería cero.