	1º Parcial FFI **03/11/2022** Curso 2022/2023	Departamento de Física Aplicada

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

Dados los puntos A(0,1,1) m, B(0,2,1) m, C(0,0,2) m y D(0,0,4) m, calcular:

a) El vector campo eléctrico en el punto D.
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 semieje Z positivo, donde el campo eléctrico se anule.

Solución:

a) $\vec{E}_D = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{k} + \frac{kq}{d^2}\vec{k} = (\frac{10^{-6}}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-12}} - \frac{9\cdot 10^9\cdot 5\cdot 10^{-6}}{3^2})\vec{k} = (56,5-5)\cdot 10^3\vec{k} = 51,5\cdot 10^3\vec{k}\ N/C$

b) $V_A - V_B = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(1-1) + (\frac{kq}{1} - \frac{kq}{2}) = \frac{-9\cdot 10^9\cdot 5\cdot 10^{-6}}{2} = \frac{-45\cdot 10^3}{2} = -22500\,V$

c) $V_C - V_D = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(4-2) + (\frac{kq}{1} - \frac{kq}{3}) = \frac{10^{-6}}{2\cdot 8,85\cdot 10^{-12}}2 - \frac{9\cdot 10^9\cdot 5\cdot 10^{-6}\cdot 2}{3} = (113-30)\cdot 10^3 = 83000\,V$

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

e) Ese punto debe estar situado sobre el eje Z, 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, y ello sólo puede ocurrir en puntos cuya coordenada z>1 (para puntos con 0<z<1, los campos eléctricos creados por carga y plano se refuerzan). 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 z=1+0,89=1,89 m, el campo eléctrico se anula. Entonces, el punto donde se anula el campo eléctrico es el punto (0, 0, 1,89) m.

2.- Una nube puede considerarse como una placa circular conductora de 2 Km de radio, situada a una altura de 1,5 km sobre la superficie terrestre. El conjunto de nube y superficie terrestre que la enfrenta forman un condensador plano. Durante una tormenta, el campo eléctrico entre nube y tierra es uniforme, de valor 6000 V/m. Calcular, en valor absoluto

a) La diferencia de potencial entre la nube y tierra.

b) La capacidad del condensador formado por nube y tierra.
c) La carga eléctrica en la nube.
d) La energía almacenada por el conjunto de nube y tierra.
e) Si se produce un rayo, de manera que toda la carga eléctrica de la nube pasa a la Tierra, y el rayo tiene una duración de 5 ms, calcula la intensidad de corriente que produce el rayo.

Solución:

a) $V = E \cdot d = 6000 \cdot 1500 = 9 \cdot 10^6\ V$

b) $C = \dfrac{\varepsilon_0 S}{d} = \dfrac{\pi R^2}{4\pi k d} = \dfrac{\pi 4 \cdot 10^6}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 1{,}5 \cdot 10^3} = 74{,}1 \cdot 10^{-9}\ F = 74{,}1\ nF$

c) $Q = CV = 74{,}1 \cdot 10^{-9} \cdot 9 \cdot 10^6 = 666{,}66 \cdot 10^{-3} = 0{,}666\ C$

d) $W = \dfrac{CV^2}{2} = \dfrac{74{,}1 \cdot 10^{-9} \cdot 81 \cdot 10^{12}}{2} = 3001 \cdot 10^3 = 3 \cdot 10^6\ J$

e) $I = \dfrac{Q}{t} = \dfrac{0{,}666}{5 \cdot 10^{-3}} = 133\ A$

3.- Una esfera conductora hueca de radio interior R y exterior 2R está en equilibrio electrostático, cargada con una carga Q. Calcula:
a) El campo eléctrico en un punto exterior a la esfera, situado a una distancia r>2R de su centro.
b) El campo eléctrico en un punto interior de la esfera, situado a una distancia r<R de su centro.
c) La densidad superficial de carga en la superficie exterior de la esfera.
d) La densidad superficial de carga en la superficie interior de la esfera.
e) El potencial eléctrico de la esfera.

Se coloca una carga puntual de valor -Q en el centro del hueco de la esfera, y la esfera se conecta a Tierra. En estas condiciones, calcular:
f) La densidad superficial de carga en la superficie exterior de la esfera.
g) La densidad superficial de carga en la superficie interior de la esfera.
h) El potencial de la esfera.

Solución:

a) Aplicando el teorema de Gauss a una superficie de radio r: $E 4\pi r^2 = \dfrac{Q}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

b) E=0, ya que el campo eléctrico es nulo en el interior de un conductor en equilibrio, incluso en el hueco.

c) $\sigma_e = \dfrac{Q}{S} = \dfrac{Q}{4\pi(2R)^2} = \dfrac{Q}{16\pi R^2}$

d) $\sigma_i = 0$ ya que en la superficie interior no hay carga

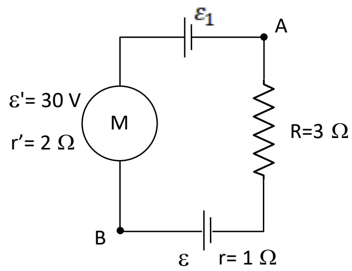
e) $V = \displaystyle\int_{2R}^{\infty} \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} dr = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 2R} = \dfrac{Q}{8\pi\varepsilon_0 R}$

f) Al conectar la esfera a Tierra, el potencial es cero, en la superficie interior aparece una carga Q, y la superficie exterior queda sin carga: $\sigma_e = 0$

g) $\sigma_i = \dfrac{Q}{S} = \dfrac{Q}{4\pi R^2}$

h) V=0

4. En el circuito de la figura, el dipolo ideal de f.e.m. ε_1 está actuando como generador, y la potencia consumida por el dipolo de ε desconocida es de 20W, de los cuales se consume por efecto Joule un 20%.



a) Calcula la intensidad que recorre el circuito.
b) Calcula la f.e.m. desconocida ε.
c) Calcula la potencia suministrada por el generador ε_1
d) Calcula la f.e.m. ε_1
e) Calcula la diferencia de potencial entre los puntos A y B del circuito.
f) Calcula el rendimiento del receptor ε.

Solución:

a) Observando el circuito, el dipolo de resistencia interna 1Ω es un receptor y la potencia consumida (disipada) por efecto Joule es:

$P_r = 0.2 \cdot 20 = 4W$

$P_r = rI^2 = 4W \quad I = \sqrt{\frac{4}{1}} = 2A$

El sentido de la intensidad es antihorario.

b) La potencia consumida por el receptor ε es 20 W:

$P_c = P_t + P_r = \varepsilon \cdot I + I^2 r' = 20W$

$P_t = P_c - P_r = 20 - 4 = 16W$

$P_t = \varepsilon \cdot I \Rightarrow \varepsilon = 8V$

c) Sólo genera potencia el generador ε_1. Las potencias consumidas son:

- En el motor: $P_c = \varepsilon' \cdot I + I^2 r' = 30 \cdot 2 + 4 \cdot 2 = 68\, w$
- En el receptor ε: $P_c = \varepsilon \cdot I + I^2 r = 8 \cdot 2 + 2^2 \cdot 1 = 20\, w$
- En la resistencia: $P_R = I^2 R = 4 \cdot 3 = 12\, w$

La potencia total consumida es igual a la suministrada por el generador 1 (ó a la generada, porque es ideal): $P_{s\varepsilon 1}$=68+20+12=100 W

d) $P_{g\varepsilon 1} = \varepsilon_1 I = 100 \Rightarrow \varepsilon_1 = 50V$

e) La d.d.p. entre A y B la podemos calcular por dos caminos diferentes:

- En sentido antihorario: $V_A - V_B = 2 \cdot 2 - (50 - 30) = 4 - 20 = -16\, V$
- En sentido horario: $V_A - V_B = -2 \cdot 4 - (8) = -16\, V$

Por supuesto por ambos caminos el resultado es el mismo

f) El rendimiento del receptor es: $\eta' = \frac{P_t}{P_c} = \frac{16}{20} = 0{,}80 = 80\,\%$