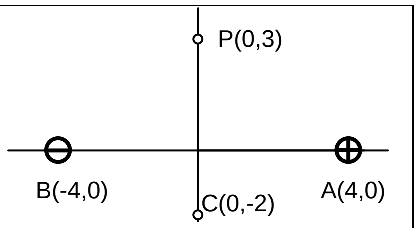
1º parcial FFI
29 de enero de 2013

Dpto. Física Aplicada

1. Dos cargas puntuales de +4μC y -4μC se encuentran situadas en los puntos A y B respectivamente, tal como muestra la figura, con los valores expresados en metros. Calcula:
a) El campo eléctrico en el punto P
b) El potencial eléctrico en el punto P
c) Trabajo realizado para llevar una carga de 3μC desde el punto P hasta el punto C (0,-2).

2 puntos



a) Por el principio de superposición sumamos los campos eléctricos que crean cada una de las cargas en el punto P(03), esto es:

$$\vec{E}_{AP} = K\frac{q_1}{r_{AP}^2}\vec{u}_{AP} = 9\cdot 10^9\,\frac{4\cdot 10^{-6}}{25}\left(\frac{-4\vec{i}+3\vec{j}}{5}\right) = -1152\vec{i} + 864\vec{j}\ \text{(N/C)}$$

$$\vec{E}_{BP} = K\frac{q_1}{r_{BP}^2}\vec{u}_{BP} = 9\cdot 10^9\,\frac{4\cdot 10^{-6}}{25}\left(\frac{-4\vec{i}-3\vec{j}}{5}\right) = -1152\vec{i} - 864\vec{j}\ \text{(N/C)}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_{AP} + \vec{E}_{BP} = -2304\vec{i}\quad \text{(N/C)}$$

1 punto

b) Igualmente calculamos el potencial eléctrico en el punto P, sumando los potenciales que crean cada una de las cargas:

$$V_{AP} = K\frac{q_A}{r_{AP}} = 9\cdot 10^9\,\frac{4\cdot 10^{-6}}{5} = 7200V$$

$$V_{BP} = K\frac{q_B}{r_{BP}} = 9\cdot 10^9\,\frac{-4\cdot 10^{-6}}{5} = -7200V$$

$$V_C = V_{AP} + V_{BP} = 0$$

Son dos cargas iguales de distinto signo y situadas a la misma distancia del punto P **0.5 puntos**

c) El potencial que crean las dos cargas en el punto C(0-2) al igual que en el punto P, es cero por la misma razón, de esta forma tenemos:

$$W_{PC} = q(V_P - V_C) = 0$$

0.5 puntos

El plano ZY constituye una superficie equipotencial.

2. Enuncia el teorema de Gauss y aplícalo para calcular el campo eléctrico creado por una esfera de radio *R* cargada con una densidad superficial de carga σ:
a) A una distancia *2R* de su centro
b) A una distancia *R/2* de su centro

2 puntos

Teorema de Gauss: el flujo del campo eléctrico a través de una superficie cerrada S es igual a la carga total encerrada en el interior de dicha superficie dividido por la constante de permitividad eléctrica en el vacío. **0,8 puntos**

a)

$$\Phi = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{S} = \oint_S E\cdot dS = E\oint_S dS = E\cdot 4\pi(2R)^2 = \frac{\sigma 4\pi R^2}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

Elegimos como superficie a través de la cual calcular el flujo del campo eléctrico, una superficie esférica de radio 2R concéntrica con la esfera cargada, ya que en cualquier punto de esa superficie el campo eléctrico y el vector superficie son paralelos y además el modulo del campo es constante, por lo que podemos realizar los sucesivos pasos hasta integrar dS. **0,6 puntos**

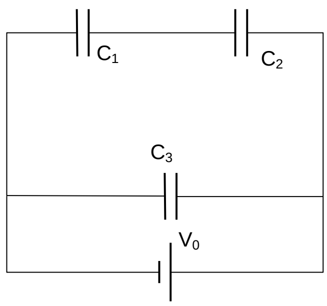
b) En este caso al aplicar el teorema de Gauss a una superficie de radio R/2, interior a la dada y que no contiene carga, el flujo del campo eléctrico es cero y por tanto también el campo eléctrico. **0,6 puntos**

3. La figura muestra 3 condensadores iguales de capacidad C, conectados a una diferencia de potencial V_0

a) Halla la carga en cada condensador.

b) Retiramos la fuente de tensión e introducimos un dieléctrico de permitividad relativa 2 en el condensador C_3. Halla la carga en cada condensador después de introducir el dieléctrico.

2 puntos



a) Los condensadores 1 y 2 están en serie y su capacidad equivalente es:

$$C_{1,2} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} = \frac{C}{2}$$

A su vez este condensador equivalente está en paralelo con el C_3 y la capacidad equivalente del conjunto, es:

$$Ceq = \sum C_1 = \frac{C}{2} + C = \frac{3C}{2}$$

La carga total del conjunto, a la d.d.p. V_0 es: $Q_T = C_{eq}V_0 = \frac{3}{2}CV_0$

Los condensadores 1 y 2, al estar en serie tienen la misma carga,

$$Q_1 = Q_2 = C_{1,2}V_0 = \frac{CV_0}{2}$$

Y la carga del condensador 3 es: $Q_3 = CV_0$ **1 punto**

b) Al desconectar la fuente del conjunto y estar aislado el sistema la carga total del mismo permanece constante, pero al introducir un dieléctrico en el condensador 3, éste cambia su capacidad y hay un nuevo reparto de cargas, pero siempre manteniéndose la carga total constante.

Así tenemos:

$$Q_1' = Q_2' \qquad Q_1' + Q_3' = Q_T = \frac{3}{2}CV_0 \qquad (1)$$

La capacidad del condensador 3, al introducir el dieléctrico pasa a ser $C_3' = 2C$ y al estar el conjunto de los condensadores 1 y 2 en paralelo con el condensador 3, es decir a la misma d.d.p., tenemos:

$$\frac{Q_1'}{C/2} = \frac{Q_3'}{2C} \quad \Rightarrow \quad 4Q_1' = Q_3' \qquad (2)$$

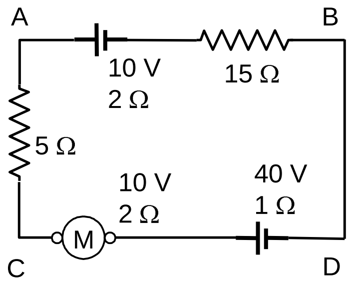
Resolviendo el sistema de 2 ecuaciones con 2 incógnitas, (1) y (2), obtenemos:

$$Q_1' = Q_2' = \frac{3}{10}CV_0 \qquad Q_3' = \frac{12}{10}CV_0$$

1 punto

4. Dado el circuito de la figura, calcula:
a) Intensidad que circula por el circuito (valor y sentido)
b) Diferencia de potencial entre *A* y *B* (V_{AB})
c) Potencia suministrada por el generador de 40 V.
d) Potencia consumida por el motor.

2 puntos



a) Aplicamos la ecuación del circuito: $I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \frac{40-10-10}{1+2+5+2+15} = 0{,}8A$ **0,5 puntos**

b) $V_A - V_B = I(\sum R) - (\sum \varepsilon) = 0{,}8(2+15)+10 = 23{,}6V$ **0,5 puntos**

c) La potencia suministrada por un generador es la desarrollada o generada menos la consumida por efecto Joule en la resistencia interna, esto es:

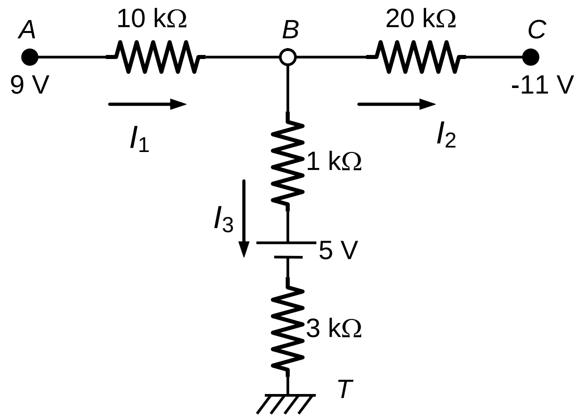
$$P_S = P_g - P_r = \varepsilon I - rI^2 = 40 \cdot 0{,}8 - 1 \cdot 0{,}8^2 = 31{,}36W$$ **0,5 puntos**

d) La potencia consumida por el motor es la suma de la transformada más la consumida por efecto Joule.

$$P_C = P_t - P_{r'} = \varepsilon I - r' I^2 = 10 \cdot 0{,}8 + 2 \cdot 0{,}8^2 = 9{,}28W$$ **0,5 puntos**

5. Dado el circuito de la figura, calcula:
a) Las intensidades que circulan por cada una de las ramas utilizando las leyes de Kirchhoff.
b) La resistencia equivalente entre A y B.
c) El generador equivalente de Thevenin entre A y B, y la intensidad de corriente que circularía por una resistencia de 5 kΩ que conectásemos entre A y B.

2 puntos



a) Aplicamos al circuito las leyes de Kirchhoff.

Ley de los nudos:

$$\Sigma I = 0$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Ley de las mallas

$$V_A - V_T = 9 = 10 I_1 + 4 I_3 + 5$$

$$V_C - V_T = -11 = -20 I_2 + 4 I_3 + 5$$

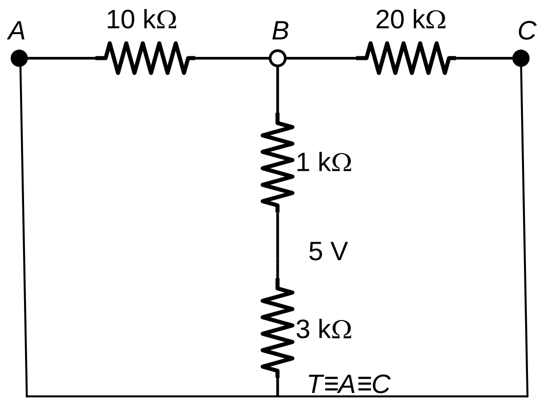
planteamiento 0.7 puntos

Resolviendo el sistema de ecuaciones, obtenemos:

$$I_1 = 0{,}5\,mA \quad I_2 = 0{,}75\,mA \quad I_3 = -0{,}25\ mA$$

0.3 puntos

b) Resistencia equivalente entre A y B:

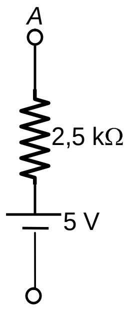


Observando el circuito pasivo, vemos que las resistencias de 1 y 3 KΩ están en serie y a su vez, en paralelo con las resistencias de 20 y 10 KΩ, de esta manera, tenemos:

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{1}{R_{eq}}; \qquad R_{eq} = 2{,}5 K\Omega$$

0.3 puntos

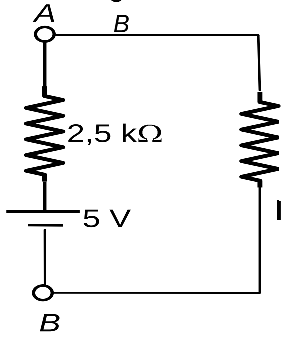
c) Generador equivalente de Thèvenin entre A y B:



$$\varepsilon_T = V_A - V_B = 10 \cdot 0{,}5 = 5V$$

$$R_{eq} = 2{,}5 K\Omega$$

El polo positivo del generador equivalente de Thevenin conectado al punto A. **0.4puntos**



Si colocamos una resistencia de 5KΩ entre A y B, la intensidad que circula por ella, será: $I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \frac{5}{2{,}5 + 5} = 0{,}66 mA$

0.3 puntos