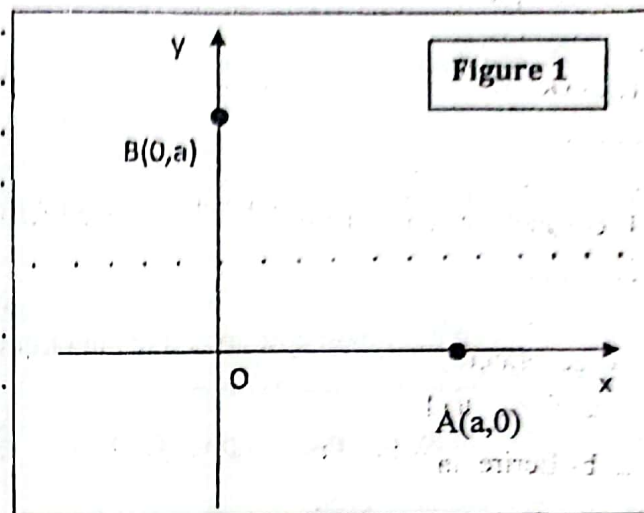


EXERCICE 1 : (6 points)

On considère deux charges ponctuelles positives q_A et q_B ($q_A = q_B = q = 1 \text{ nC}$) placées respectivement en A et B (Figure 1) telles que $OA = OB = a = 3 \text{ cm}$. On donne $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9$.

1/ Calculer le potentiel électrostatique V_O créé par les deux charges au point O.



2/ Déterminer le vecteur champ électrique résultant au point O. En déduire son intensité

3/ On fixe au point O une charge ponctuelle $q' = 10^{-7} \text{ C}$.

Calculer l'énergie interne du système formé par les trois charges

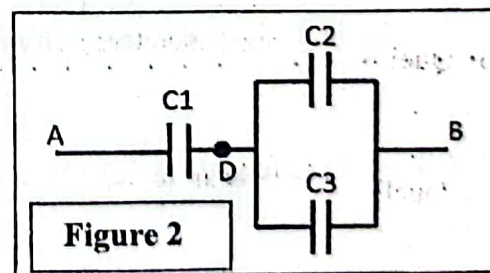
4/ Déterminer la variation de l'énergie potentielle de la charge q' qui se déplace de l'infini au point O

EXERCICE 2 : (5 points)

La capacité des trois condensateurs rapportés en figure 2 est telle que

$$C_1 = C_2 = C_3 = 3 \mu\text{F}.$$

1/ Quelle est la capacité équivalente entre les bornes A et B ?



2/ On applique une tension $V_{AB} = 6.0 \text{ V}$ entre les bornes A et B. Déterminer la charge aux bornes de chaque condensateur.

3/ Quelle est la tension aux bornes de chaque condensateur ?

EXERCICE 3 : (9 points)

Le circuit électrique, rapporté en figure 3, est constitué par un générateur de f.e.m $E = 10 \text{ V}$ dont la résistance interne est négligeable et de trois (03) résistances $R_1 = 400\Omega$, $R_2 = 250\Omega$ et $R_3 = 150\Omega$.

1. a- Comment sont disposées les résistances R_2 et R_3 ?

1. b- Calculer la résistance équivalente R_{23} de R_2 et R_3 :

1. c- De quelle façon sont disposées les résistances R_1 et R_{23} ainsi formée en 1. b

1. d- Déterminer la résistance équivalente de R_1 et R_{23}

1. e- Quel est le but d'associer des résistances en parallèles ? (inspirez-vous du résultat de 1.d)

Le générateur débite un courant I dans le circuit, comme montré sur la figure 3.

2. a- Ecrire la loi des nœuds en A :

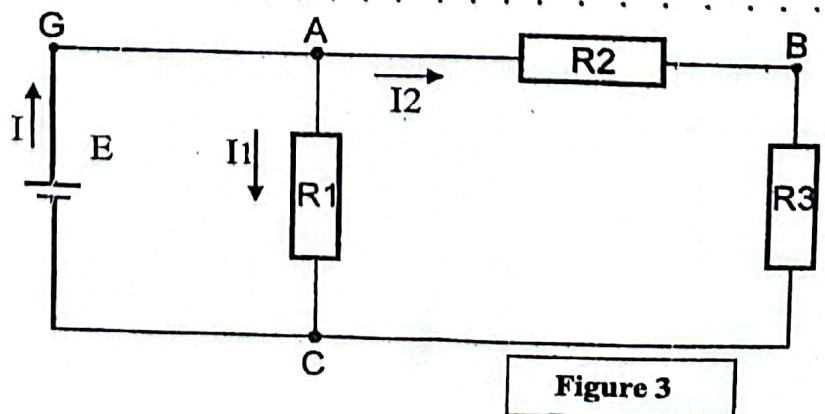
2. b- Ecrire la loi des mailles pour GACG :

2. c- Ecrire la loi des mailles pour ABCA :

2. d- Déterminer les intensités de courant I , I_1 et I_2 :

3. Quelle est la puissance totale délivrée par le générateur ?

4. Quelle est la valeur de la puissance consommée par effet joule dans la résistance R_3 ?



Ex. 1:

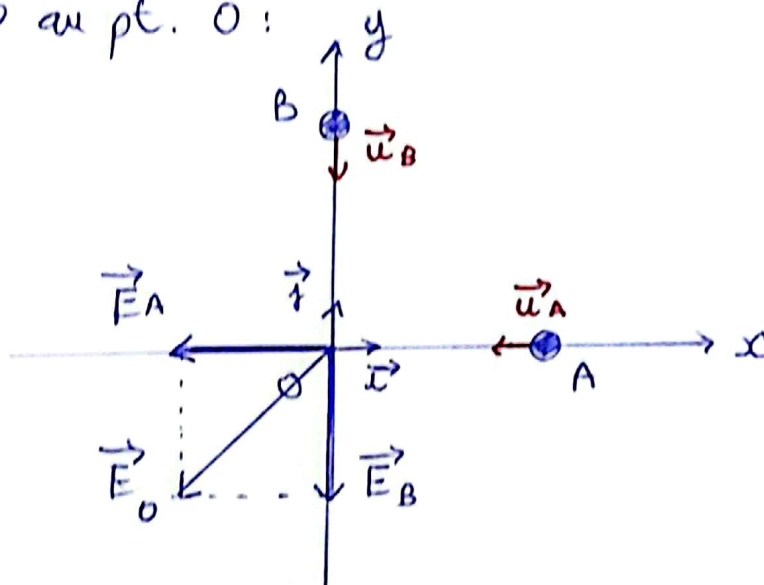
2 charges q_A et q_B ($q_A = q_B = q$) placées aux pts. A et B
 $+q$. $OA = OB = a = 3 \text{ cm}$.

1) - Le potentiel au pt. O :

$$V(O) = V_A + V_B = k \frac{q_A}{OA} + k \frac{q_B}{OB} = 2k \frac{q}{OA}$$

A.N. $V(O) = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-9}}{3 \cdot 10^{-2}} = 6 \cdot 10^2 \text{ V}$.

2) - Le champ au pt. O :



$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A + \vec{E}_B = k \frac{q_A}{r_{OA}^2} \vec{u}_A + k \frac{q_B}{r_{OB}^2} \vec{u}_B$$

avec : $r_{OA} = r_{OB}$ et $\vec{u}_A = -\vec{i}$, $\vec{u}_B = -\vec{j}$

$$\vec{E}(O) = k \frac{q}{a^2} (-\vec{i}) + k \frac{q}{a^2} (-\vec{j}) = -k \frac{q}{a^2} (\vec{i} + \vec{j})$$

L'intensité c'est le module de \vec{E} :

le module d'un vecteur : $\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$

$$\Rightarrow \|\vec{E}\| = \sqrt{\left(k \frac{q}{a^2}\right)^2 (1 + 1)} = k \frac{q}{a^2} (\sqrt{2}) \text{ V/m} \quad (1)$$

3) L'énergie interne:

$$U = \frac{1}{2} \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^N k \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

Nous avons 3 charges $q_A = q_B$ et q' au pt. O :

$$U = \frac{1}{2} k \left[\frac{q_A q'}{r_{AO}} + \frac{q_A q_B}{r_{AB}} + \frac{q_B q'}{r_{BO}} \right]$$

$$U = \frac{1}{2} k \left[\frac{q q'}{OA} + \frac{q q}{AB} + \frac{q q'}{OB} \right]$$

avec: $OA = OB = a$ et $AB^2 = OA^2 + OB^2 = 2a^2$

$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} k \left[2 \frac{q q'}{a} + \frac{q^2}{\sqrt{2} a} \right] = \frac{1}{2} k q \left[\frac{2}{a} q' + \frac{q}{\sqrt{2} a} \right]$$

A.N.

$$U = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} \left[\frac{2}{3 \cdot 10^{-2}} 10^{-7} + \frac{10^{-9}}{\sqrt{2} \cdot 3 \cdot 10^{-2}} \right]$$

$$U =$$

4) - Variation d'énergie potentielle:

$$\Delta E_p = E_{p \text{ final}} - E_{p \text{ initial}}.$$

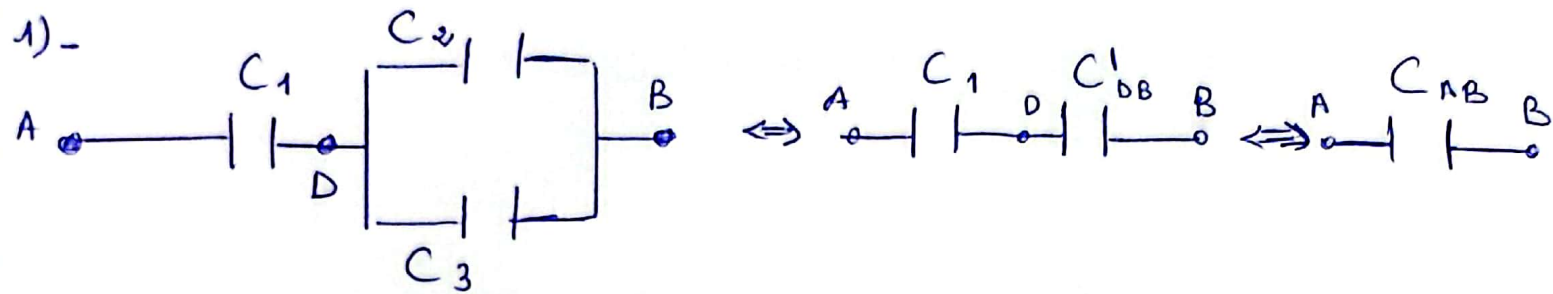
$$\Delta E_p = E_p(0) - E_p(\infty).$$

avec $E_p = q' \cdot V$; $E_p(\infty) = 0$.

$$\Rightarrow \Delta E_p = E_p(0) = q' V(0) = 10^{-7} \cdot 6 \cdot 10^2$$

$$\Delta E_p = 6 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

Ex. 2 :



C_2 et C_3 en parallèle : $C_{DB} = C_2 + C_3 = 6 \mu F$.

C_{DB} et C_1 en série : $\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_{DB}} + \frac{1}{C_1} = \frac{C_{DB} + C_1}{C_{DB} \cdot C_1}$

$$\Rightarrow C_{AB} = \frac{C_{DB} \cdot C_1}{C_{DB} + C_1} = 2 \mu F.$$

2) - $V_{AB} = 6 V$. $Q_{AB} = Q_1 = C_{AB} \cdot V_{AB}$

et $Q_2 = Q_3$ car : $C_2 = C_3$ et $V_2 = V_3$.

$$\Rightarrow Q_1 = 2 Q_2$$

$$\Rightarrow Q_1 = C_{AB} \cdot V_{AB} = 2 \cdot 6 = 12 \mu C.$$

$$\text{et } Q_2 = Q_3 = \frac{12}{2} = 6 \mu C.$$

3) - $V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{12 \cdot 10^{-12}}{3} = 4 V$.

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = 2 V \quad \text{et} \quad V_3 = 2 V.$$

Ex. 3 :

1. a - Les résistances R_2 et R_3 sont branchées en série.
1. b - $R_{23} = R_2 + R_3 = 250 + 150 = 400 \Omega$.
1. c - Les résistances R_1 et R_{23} sont branchées en parallèle.
1. d - $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} = \frac{R_1 + R_{23}}{R_1 \cdot R_{23}} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}}$ (3)

1.e - Le but d'associer des résistances est pour de simplifier le calcul.

2) -

a) - Loi des nœuds au pt. A : $I = I_1 + I_2 \dots \textcircled{1}$
(La somme des courants entrants = somme des courants sortants).

b) - Loi des mailles pour GACG :

$$R_1 I_1 - E = 0 \dots \textcircled{2}$$

c) - Loi des mailles pour ABCA :

$$- R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_3 I_2 = 0$$

$$- R_1 I_1 + (R_2 + R_3) I_2 = 0 \dots \textcircled{3}$$

d) - Pour déterminer les courants I , I_1 et I_2 , on utilise les équations $\textcircled{1}$, $\textcircled{2}$ et $\textcircled{3}$:

à partir de l'équation $\textcircled{2} \Rightarrow R_1 I_1 - E = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{E}{R_1}$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{10}{400} = 0,025 \text{ A.}$$

à partir de l'équation $\textcircled{3} \Rightarrow$

$$(R_2 + R_3) I_2 = R_1 I_1 \Rightarrow I_2 = \frac{R_1}{R_2 + R_3} I_1$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{R_1}{R_2 + R_3} \cdot \frac{E}{R_1} = 0,025 \text{ A.}$$

à partir de l'équation $\textcircled{1} \Rightarrow I = I_1 + I_2 = 0,05 \text{ A}$

$\textcircled{4}$

- La puissance totale délivrée par le générateur :

$$P = E \cdot I = 10 \cdot 0,05 = 0,5 \text{ W}$$

- La puissance consommée par effet joule dans la résistance R_3 :

$$P = R_3 \cdot I_2^2 = 150 \cdot (0,025)^2 = 0,09 \text{ W}.$$

