Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences et Techniques

$1^{ère}$ Année TC-LMD ST
23 Mai 2023
Durée : 01h30

EXAMEN DE FIN DE SEMESTRE 2 - PHYSIQUE 2

Questions de cours (04Pts)

1. Déterminer la surface de Gauss pour : ($\mathbf{1}\ \boldsymbol{pt}$)
   a) Système cylindrique. *b) Système sphérique.*

2. Considérons une sphère de centre $\boldsymbol{O}$, de rayon $\boldsymbol{R}$ et de densité surfacique de charge constante $\boldsymbol{\sigma}$.Soit $\boldsymbol{Q}$ sa charge totale. Définir le champ électrostatique $\vec{\boldsymbol{E}}(\boldsymbol{r})$ produit par cette distribution de charges en un point $\boldsymbol{M}$ situé à la distance $\boldsymbol{r}$ de l'origine $\boldsymbol{O}$ dans les deux cas :
   $\boldsymbol{r} < \boldsymbol{R}$ *et* $\boldsymbol{r} > \boldsymbol{R}$ (en utilisant le théorème de Gauss) ($\mathbf{2}\ \boldsymbol{pts}$).
3. Donner les propriétés principales d'un conducteur en équilibre électrostatique. ($\mathbf{1}\ \boldsymbol{pt}$)

Exercice 1 (06 Pts)

Quatre charges ponctuelles sont situées aux sommets d'un rectangle **ABCD** (voire la figure (01). On donne :
$\mathbf{Q_1 = -2\ \mu C,\ Q_2 = +5\ \mu C,\ Q_3 = Q_4 = -4\ \mu C.}$

1- Donner l'expression vectorielle de la force totale $\overrightarrow{\boldsymbol{F}}_{\mathbf{T/D}}$ exercée sur $\mathbf{Q_4}$. ($\mathbf{2.50}\ \boldsymbol{pts}$)
2- En déduire le vecteur champ électrostatique créé au point **D** et son module ($\mathbf{1}\ \boldsymbol{pts}$)
3- Calculer le potentiel électrostatique au point **D** ($\mathbf{1.50}\ \boldsymbol{pts}$)
4- Calculer l'énergie potentielle de la charge au point **D**($\mathbf{1}\ \boldsymbol{pt}$)

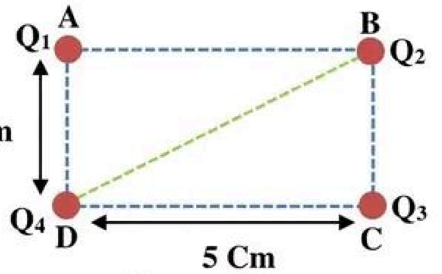


Figure (01)

Exercice 2 (10 Pts)

Soit le circuit électrique représenté sur la figure ci-dessous :

1. Citer les nœuds, branches et les mailles dans ce circuit ? ($\mathbf{1.50}\ \boldsymbol{pts}$)
2. Calculer les courants : $\mathbf{I_1}$, $\mathbf{I_2}$ et $\mathbf{I_3}$ en utilisant les lois de Kirchhoff (la méthode du déterminant) ($\mathbf{6.50}\boldsymbol{pts}$)
3. En déduire la puissance perdue par effet Joule dans le circuit ? , ($\mathbf{2}\ \boldsymbol{pts}$)
   On donne : $\boldsymbol{E_1 = 12\ V},\ \boldsymbol{E_2 = 20\ V},\ \ \boldsymbol{R_1 = R_2 = 10\Omega},\ \ \boldsymbol{R_3 = 15\Omega}$

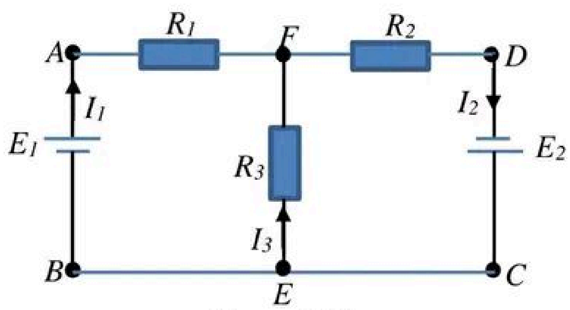


Figure (02)

Bonne chance

<u>CORRIGÉ - E.F.S 2 - PHYSIQUE 2 - MAI 2023</u>

<u>Question de cours</u> (04Pts)

1. La surface de Gauss pour les deux différents systèmes :

a) *Système cylindrique* ⇒*Surface de Gauss est une surface d'un cylindre de rayon r ;*

$$S_G = 2\pi r L \text{(0.5 pt}$$

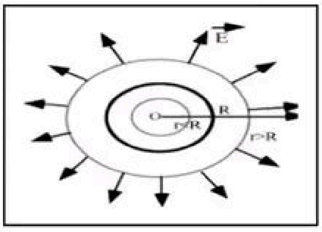
b) *Système sphérique* ⇒*Surface de Gauss est une surface d'une sphère de rayon r ;*

$$S_G = 4\pi r^2 \text{(0.5 pt}$$

2. Le champ électrostatique $\vec{E}(r)$:

a)- <u>À l'intérieur de la sphère :</u> $r < R$

Choisissons comme surface de Gauss, une sphère de centre O et de rayon r : $S_G = 4\pi r^2$



Appliquons le théorème de Gauss : $\Phi = \oiint \vec{E}_{int}.\overrightarrow{ds} = \frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$ (1 pt

Soit : $\phi = E_{int} \oiint ds = E_{int}.S = \frac{\sum q_i}{\varepsilon_0}$;

La charge à l'intérieur de la sphère : $\sum q_i = 0$ (0.25 pt

Soit: $E_{int}.S = \frac{\sum q_i}{\varepsilon_0} = 0 \rightarrow E_{int} = 0\,V/m$ (0.25 pt

b)- <u>À l'extérieur de la sphère :</u> $r > R$; La charge intérieure à la surface de Gauss :

$\sum q_i = \sigma S = \sigma 4\pi R^2$; (0.25 pt soit :

$$E_{ext}.4\,\pi\,r^2 = \frac{Q}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma\,4\pi R^2}{\varepsilon_0} \rightarrow E_{ext} = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^2} \text{(0.25 pt}$$

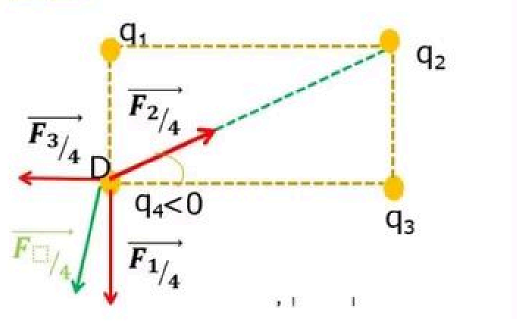
3. Les quatre propriétés principales d'un conducteur en équilibre électrostatique :

- **Le champ électrique est nul à l'intérieur d'un conducteur en équilibre électrostatique** $E_{int} = 0$; (0.25 pt
- **Les charges électriques sont localisées en surface (La charge intérieure est nulle) ;** (0.25 pt
- **Le potentiel électrostatique est constant sur l'ensemble du conducteur** (0.25 pt ;
- **La charge est surfacique** (0.25 pt.

<u>Exercice 1</u> (06 Pts)

1- Le vecteur force $\vec{F}_{T/D}$ et son module agissant sur **Q₄ :**

(1 pt)



$\overrightarrow{F_{1/4}} = -F_{1/4}\vec{j}$ (0.25 pt)

$\overrightarrow{F_{3/4}} = -F_{3/4}\vec{i}$ (0.25 pt)

$$\overrightarrow{F_{2/4}} = F_{2/4}\cos\alpha\,\vec{i} + F_{2/4}\sin\alpha\,\vec{j} \quad \text{(0.25 pt)}$$

$F_{1/4} = \frac{K\,q_4\,q_1}{AD^2} = 80\,N$; $F_{2/4} = \frac{K\,q_2\,q_4}{BD^2} = 52.9\,N$

$F_{3/4} = \frac{K\,q_3\,q_4}{CD^2} = 57.6\,N$; $\tan\alpha = \frac{3}{5} = 0.6 \rightarrow \alpha = \approx 31°$

$$\overrightarrow{F_{/4}} = (-F_{3/4} + F_{2/4}\cos\alpha)\vec{i} + (F_{2/4}\sin\alpha - F_{1/4})\vec{j} \quad \text{(0.25 pt)}$$

$$\overrightarrow{F_{/4}} = -12.256\,\vec{i} - 52.754\,\vec{j} \quad \text{(0.25 pt)}$$

D'où son module $F_{/4} = \sqrt{(-12.256)^2 + (-52.754)^2} \rightarrow F_{/4} = 54.159N$ (0.25 pt)

2- Le vecteur champ électrostatique crée au point **D** et son module :

Le champ électrostatique au point D : $\overrightarrow{E_4} = \frac{\overrightarrow{F_{/4}}}{Q_4} = \frac{(-12.256\,\vec{i} - 52.754\,\vec{j})}{-4\times10^{-6}}$

$$\overrightarrow{E_4} = 10^7(+0.308\,\vec{i} + 1.32)\vec{j} \quad (0.5\,pt) \quad \rightarrow E_4 = 1.355 \times 10^7\ V/m \quad (0.5\,pt)$$

3- Le potentiel électrostatique au point **D :** $V(D) = V_1(D) + V_2(D) + V_3(D)$ $(0.5\,pt)$

$$V_1(D) = \frac{K\,q_1}{AD} = -6\times10^3 V \quad (0.25\,pt)$$

$$V_2(D) = \frac{K\,q_2}{BD} = \frac{45}{\sqrt{34}}10^3 V \quad (0.25\,pt)$$

$$V_3(D) = \frac{K\,q_3}{CD} = -12\times10^3 V\,; \quad (0.25\,pt) \quad \rightarrow V(D) = -10.3KV \quad (0.25\,pt)$$

4- L'énergie potentielle de la charge au point **D :**

$$E_P(q_4) = q_4V(D) \quad (0.5\,pt) \quad = -4\times10^{-6}\times -10.3\times10^3 = 41.2\times10^{-3}J \ (0.5\,pt)$$

Exercice 2 (10 Pts)

1. Les nœuds du circuit sont : **E et F.** $(0.5\,pt)$
   Les branches du circuit sont : **BF et FC et EF.** $(0.5\,pt)$
   Les mailles indépendantes dans ce circuit sont : **ABCDA, BEFAB et FDCEF.** $(0.5\,pt)$
2. Calcul des courant $\mathbf{I_1}$, $\mathbf{I_2}$ **et** $\mathbf{I_3}$, en utilisant les lois De Kirchhoff (la méthode du déterminant)

$(1.5\,pt)$

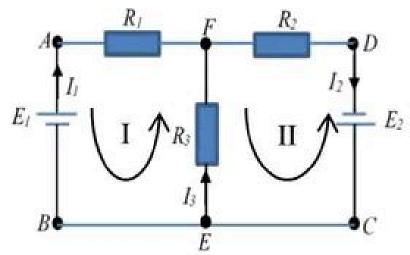


Figure (02)

- Loi des nœuds : $\sum I_e = \sum I_s$ $(0.25\,pt)$ ⇒
  $I_2 = I_1 + I_3$ ………………. (1) $(0.5\,pt)$
- Loi des mailles : $\sum U = 0$ $(0.25\,pt)$ ⇒

➢ maille (I) $-E_1 + R_1I_1 + 0\,I_2 - R_3I_3 = 0$ … (2)

➢ $10I_1 + 0\,I_2 - 15I_3 = 12$ ……… (2) $(0.5\,pt)$

➢ maille (II) : $-E_2 + R_2\,I_2 + R_3I_3 = 0$ ………… (3)

➢ $0\,I_1 + 10\,I_2 + 15I_3 = 20$ ………… (3) $(0.5\,pt)$

Les relations(1), (2) et (3) forment le système suivant : $\begin{cases} I_1 - I_2 + I_3 = 0 & (1) \\ 10I_1 + 0\,I_2 - 15I_3 = 12 & (2) \\ 0I_1 + 10I_2 + 15I_3 = 20 & (3) \end{cases}$

$$\Delta p = \begin{vmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 10 & 0 & -15 \\ 0 & 10 & 15 \end{vmatrix} = 400\ (0.5\,pt)$$, alors :

$$\Delta I_1 = \begin{vmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 12 & 0 & -15 \\ 20 & 10 & 15 \end{vmatrix} = 600 \quad (0.5\,pt) \qquad \Delta I_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 10 & 12 & -15 \\ 0 & 20 & 15 \end{vmatrix} = 680 \quad (0.5pt) \ \text{et}$$

Donc : $I_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta p} = 1.5A\ (0.5\,pt)$, $I_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta p} = 1.7A (0.5\,pt)$ *et* $I_3 = I_2 - I_1 = 0.2A\ (0.5\,pt)$

3. Calcul de la puissance dissipée par effet Joule dans **le circuit** :

$$P_1 = R_1.\ {I_1}^2 = 10.(1.5)^2 = 22.5W \ (0.5\,pt)$$

$$P_2 = R_2.\ {I_2}^2 = 10.(1.7)^2 = 28.9W \ (0.5\,pt)$$

$$P_3 = R_3.\ {I_3}^2 = 15.(0.2)^2 = 0.6\,W \ (0.5\,pt)$$

$$P_C = P_1 + P_2 + P_3 = 52\,W\ (0.5\,pt)$$