Université A. Mira-Béjaia
Faculté de Technologie

Année universitaire 2011-2012
Département de Technologie (1ère Année)

Examen final de physique 2
(Durée 2 heures)

Exercice 1 (5pts)

Trois charges sont placées sur un axe comme indiqué sur la figure 1. Sachant que $q_1 = q_2$:

1. Donner l'expression de q en fonction de q_1 pour que le champ résultant en M soit nul.
2. Donner l'expression du potentiel résultant en M.
3. Donner l'expression de l'énergie totale de l'ensemble des trois charges.

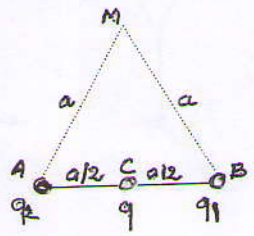

Fig. 1

Exercice 2 (4pts)

Un fil rectiligne non conducteur est recourbé en un arc de cercle de rayon R et de centre O (fig.2) et porte une charge Q distribuée uniformément sur toute sa longueur.

1. Exprimer le champ électrostatique créé au point O par l'arc de cercle $\widehat{ACB}$
2. Déduire :

a) le champ électrostatique créé au point O par tout le cercle ;

b) le champ électrostatique créé au point O par l'arc de cercle $\widehat{AC'B}$

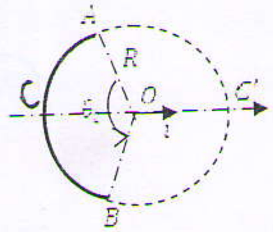

Fig. 2

Exercice 3 (4pts)

1. En utilisant la méthode de Gauss, exprimer le champ électrostatique créé au point M situé à l'intérieur d'une sphère $(OM = r < R)$ non conductrice chargée uniformément en volume et de densité volumique de charge ρ.
2. Que devient ce champ si cette sphère devient conductrice et en état d'équilibre?

Exercice 4 (5pts)

Soit le groupement de condensateurs suivant :

1. La capacité C_1 étant donnée, quelle doit être la capacité C_2 pour qu'il y ait entre A et B une capacité équivalente de $C_2/2$?
   AN : $C_1 = 8\mu F$.
2. Une tension $U_{AB} = 500V$ est appliquée entre A et B. Calculer les tensions aux bornes de chaque condensateur ainsi que les charges qu'ils portent.

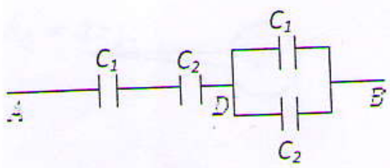

Fig . 3

Exercice 5 (2 pts)

Un fil de cuivre de diamètre 1.2 mm transporte une charge électrique de 18000 C en 1 heure. Calculer la densité de courant.
Sachant que le cuivre contient n=2.3 10^{29} électrons libre /m³, calculer le module de la vitesse dans ce conducteur.

Corrigé *Examen final de physique 2*

Exercice n°1 5 pts

1. Expression de q pour que le champ en M soit nul 0,5

$$\bar{E}_{tot}(M) = \bar{E}_1(M) - \bar{E}_2(M) - \bar{E}(M) = 0$$

$$\bar{E}_{tot}(M) = \frac{Kq_1}{AM^2}\bar{u}_{AM} - \frac{Kq_2}{BM^2}\bar{u}_{BM} - \frac{Kq}{CM^2}\bar{u}_{CM} = 0$$ 1,5

$$\bar{E}_{tot}(M) = \frac{Kq_1}{a^2}\left(\frac{1}{2}\bar{i} - \frac{\sqrt{3}}{2}\bar{j}\right) - \frac{Kq_2}{a^2}\left(-\frac{1}{2}\bar{i} - \frac{\sqrt{3}}{2}\bar{j}\right) - \frac{4Kq}{3a^2}\bar{j} = 0$$

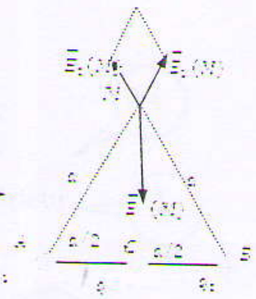

Fig.1 0,5

Alors : $q = -\frac{3}{4}\sqrt{3}q_1$ 0,5

2. Le potentiel en M 0,25 0,25 0,25 0,25

$$V(M) = \frac{Kq_1}{AM} - \frac{Kq_2}{BM} - \frac{Kq}{CM} = \frac{Kq_1}{a} - \frac{Kq_1}{a} - \frac{2K(-\frac{3}{4}\sqrt{3}q_1)}{\sqrt{3}a} = \frac{Kq_1}{2a}$$

3. Energie totale : $U = K\sum_i\sum_{j>i}\frac{q_iq_j}{r_{ij}}$ ou bien $U = \frac{1}{2}K\sum_i\sum_{i\neq j}\frac{q_iq_j}{r_{ij}}$ 0,5

$$U = K\left(\frac{q_1q_2}{a} - \frac{2q_1q}{a} - \frac{2q_2q}{a}\right) = (1 - 3\sqrt{3})\frac{Kq_1^2}{a}$$ 0,5

Exercice n°2 4 pts

1. $dq = \lambda dl = \lambda R d\theta = Q = \lambda R\theta_0$ 0,5

Le champ total est suivant $\bar{i}$. 0,5

$$dE_x = dE\cos\theta = \frac{K\lambda dl}{R^2}\cos\theta = \frac{K\lambda d\theta}{R}\cos\theta$$ 0,5

$$E_x = \frac{K\lambda}{R}\int_{-\theta_0/2}^{-\theta_0/2}\cos\theta d\theta = \frac{2K\lambda}{R}\sin\left(\frac{\theta_0}{2}\right)$$ 0,5

$$E_x = \frac{2KQ}{\theta_0 R^2}\sin\left(\frac{\theta_0}{2}\right),\quad \bar{E}_{ACB} = \frac{2KQ}{\theta_0 R^2}\sin\left(\frac{\theta_0}{2}\right)\bar{i}$$ 0,5

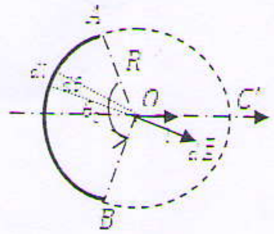

Fig.2 0,5

2.

a) Le champ électrostatique créé au point O par tout le cercle ($\theta_0 = 2\pi$) :
$E = 0$ 0,5

b) Le champ électrostatique créé au point O par l'arc de cercle $AC'B$:

$$\bar{E}_{AC'B} = \bar{E}_{cercle} - \bar{E}_{ACB} = -\bar{E}_{ACB}$$ 0,5

Exercice n°3 : 4 pts

1. l'expression mathématique du théorème de Gauss s'écrit: $\oiint_{\Sigma}\vec{E}.d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ 0,5

La charge présente une symétrie sphérique, en coordonnées sphérique le champ électrique $\bar{E}(r,\theta,\varphi)$ est indépendant des coordonnées angulaires θ et φ. 0,5

$\bar{E}(r,\theta,\varphi) = E(r)\,\bar{u}_r$

En raison de la symétrie du champ électrique, on choisit la surface de Gauss (Σ) comme une sphère de rayon $r < R$. 0,5

0,5

Σ contient une charge ($Q_{int} = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho$) et le théorème de Gauss permet d'écrire :

$$\oiint_{\Sigma} \vec{E}.d\vec{S} = E.\Sigma = E.4\pi r^2 = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{4}{3\varepsilon_0}\pi r^3 \rho \quad (0{,}5) \quad \Rightarrow \quad E = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0} \quad (0{,}5)$$

2. Si cette sphère devient conductrice et en état d'équilibre le champ est nul à l'intérieur. 1

Exercice N°4 5 pts

1. $\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_{AD}} - \frac{1}{C_{DB}} = \left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2}\right) - \frac{1}{C_2 - C_1} = \frac{C_2 - C_1}{C_1 C_2} - \frac{1}{C_2 - C_1} = \frac{C_1^2 - 3C_1C_2 - C_2^2}{C_1^2C_2 - C_1C_2^2}$ 1

   $C_{AB} = \frac{C_1^2 C_2 - C_1 C_2^2}{C_1^2 - 3C_1C_2 - C_2^2} = \frac{C_2}{2}$ 0,5

   Alors : $C_2 C_1^2 - 3C_1C_2^2 - C_2^3 = 2C_1^2 C_2 - 2C_1C_2^2 \Rightarrow C_2^2 - C_1C_2 - C_1^2 = 0$ 0,5

   Donc $C_2 = \frac{(-1-\sqrt{5})}{2} C_1$ 0,5 AN : $C_2 = 5\mu F$ 0,25

2. Tension et charge aux bornes de chaque condensateur.

   $C_{AB} = \frac{Q_{AB}}{U_{AB}} = \frac{C_2}{2} \Rightarrow Q_{AB} = \frac{C_2 U_{AB}}{2}$ AN $Q_{AB} = 1.25mC$ 0,5

   Comme $Q_{AB} = Q_{AD} = Q_{DB} = 1.25mC = Q_{1AD} = Q_{2AD} = 1.25mC$ 0,5

   $U_{1AD} = \frac{Q_{AB}}{C_1} = 156\ V$ 0,25

   Et $U_{2AD} = \frac{Q_{AB}}{C_2} = 250\ V$ 0,25

   $U_{DB} = U_{AB} - U_{1AD} - U_{2AD} = 94\ V$ 0,25

   $Q_{1DB} = U_{DB} C_1 = 0.752mC$ 0,25

   Et

   $Q_{2DB} = U_{DB} C_2 = 0.47mC$ 0,25

Exercice n°5 2 pts

La densité de courant est donnée par : $j = \frac{I}{S}$ 0,5

Où I est le courant électrique qui traverse le fil de section S.

0,25 $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{18000}{3600} = 5\,A$ et $S = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi\left(\frac{1{,}2\ 10^{-3}}{2}\right)^2 = 1{,}13\ 10^{-6}\ m^2$ 0,25

Donc : $j = \frac{5}{1{,}13.10^{-6}} = 4{,}42.10^6\ A/m^2$ 0,25

La densité est reliée à la vitesse de dérive par : $\vec{j} = -ne\vec{v}$ 0,25

En module : $j = nev$ d'où $v = \frac{j}{ne}$ 0,25

A.N : $v = \frac{4{,}42.10^6}{2{,}3.10^{29}\ .\ 1{,}6.10^{-19}} = 1{,}2.10^{-4}\ m/s$ 0,25