UNIVERSITE IBN TOFAIL
ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES
Cycle Intégré Préparatoire aux Formations d'Ingénieurs

Année universitaire : 2016/2017

Nom : ....

Prénom : ....

N° APOGEE : ....

Electrostatique et Electrocinétique des courants continus
Contrôle Continu

Durée : 1h30

Tous documents interdits. Téléphones portables interdits.
Vous devez marquer votre nom sur toutes vos copies.
Dans tous les calculs, on donnera toujours les expressions littérales avant d'exécuter, s'il y a lieu, les calculs numériques.
Il sera tenu en compte dans la correction du soin apporté à la présentation et à la rédaction ainsi que de la clarté et de la précision des explications fournies.

EXERCICE 1 : *(5 points)*

On considère quatre charges placées aux sommets ***A, B, C*** et ***D*** d'un carré de côté ***a***, les charges sont égaux ; $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q$ (voir ***figure 1*** ci-contre).

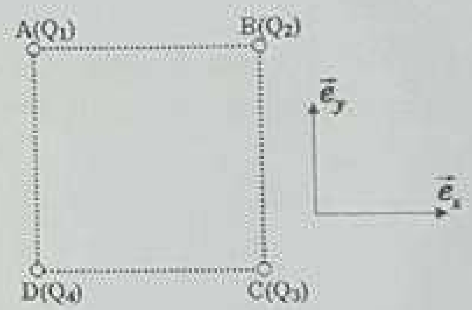


Figure 1

1. Calculer les forces $\vec{F}_{14}$ et $\vec{F}_{34}$ appliquées sur la charge Q_4 par les charges Q_1 et Q_3 en fonction de Q, a, $\vec{e}_x$, $\vec{e}_y$ et la constante de Coulomb k. (*2 points*).

2. Calculer la force $\vec{F}_{24}$ appliquée sur la charge Q_4 par la charge Q_2 en fonction de Q, a, $\vec{e}_x$, $\vec{e}_y$ et la constante de Coulomb k. (*1 point*)

3. Calculer la force total $\vec{F}$ appliquée sur la charge Q_4 par les trois charges Q_1, Q_2 et Q_3 en fonction de Q, a, $\vec{e}_x$, $\vec{e}_y$ et la constante de Coulomb k. Quelle est la direction de $\vec{F}$. (*2 points*)

EXERCICE 2 : (*8 points*)

On considère un ensemble de trois charges ponctuelles q_1, q_2 et q_3 présentées sur la *figure 2* ci-contre réparties linéairement. Leurs valeurs respectives sont $q_1 = 4\ C$ et $q_2 = q_3 = -1\ C$. La charge q_2 est placée à l'origine du repère (O, x, y). On note les coordonnées d'un point quelconque $M(x,y)$.

***2-1* Détermination du potentiel et du champ électrostatique :**

2-1.1 Déterminer l'expression du potentiel $V(x)$ crée par les trois charges en un point $M(x,0)$ tel que $y = 0$ et $x > 0$ en fonction de x et la constante de Coulomb k (*1,5 points*).

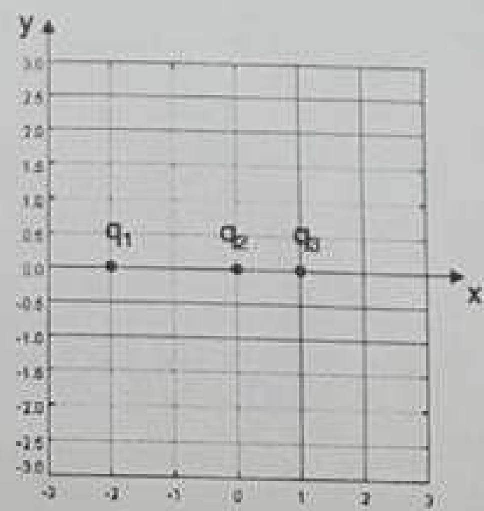


Figure 2

2-2 Lignes de champs :

2-2.1 Voici 4 répartitions de charges représentées avec leurs lignes de champs respectives. Trouver dans chaque cas le signe de chaque charge sachant que la charge q_1 est toujours égale à ***4 C***. (***2 points***).

Figure 3

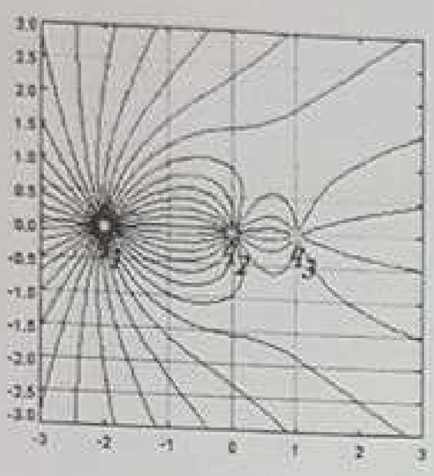


Figure 4

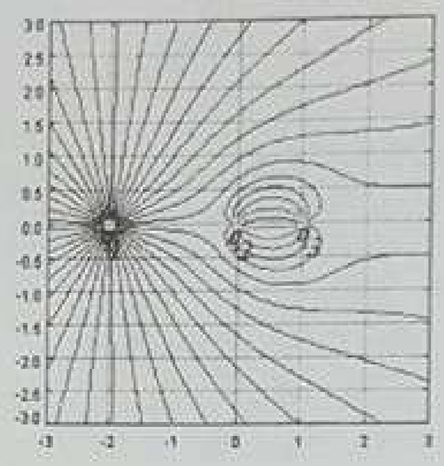


Figure 5

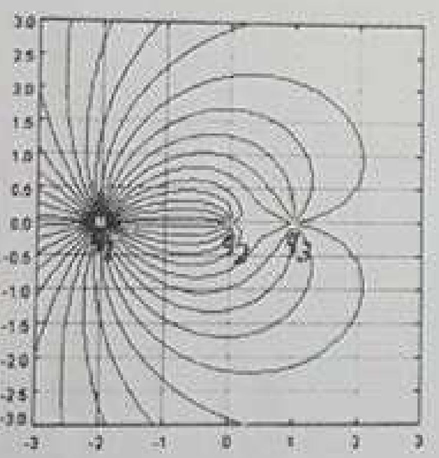
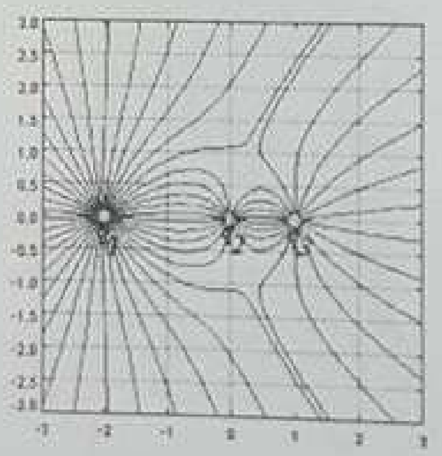


Figure 6



2-2.2 Quelle figure correspond à la répartition de charges des questions *2-1* ? (***1 point***).

2-2.3 Sur la répartition de charges de la ***figure 6,*** tracer grossièrement la ligne d'équipotentielle passant par le point de coordonnées $x = -1$ et $y = 0$ (***1 point***).

2-1.2 Donner l'expression de $\boldsymbol{V(x)}$ dans le cas où $\boldsymbol{x = 2}$ et $\boldsymbol{y = 0}$ en fonction de $\boldsymbol{k}$. (***1 point***).

2-1.3 En utilisant $\vec{E} = -\overrightarrow{grad}(V)$ et la question ***2-1.1***, donner l'expression du vecteur champ électrique $\vec{E}(x=2)$ au point $\boldsymbol{x = 2}$ et $\boldsymbol{y = 0}$ en fonction de $\boldsymbol{k}$ et un vecteur unitaire que vous déterminerez. Le gradient en coordonnées cartésiennes s'écrit : $\overrightarrow{grad} = \vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\overrightarrow{e_x} + \frac{\partial}{\partial y}\overrightarrow{e_y} + \frac{\partial}{\partial z}\overrightarrow{e_z}$ (***1,5 points***).

Nom : .... **Prénom :** ....
Section : .... **N° APOGEE :** ....

EXERCICE 3 : *(7 points)*

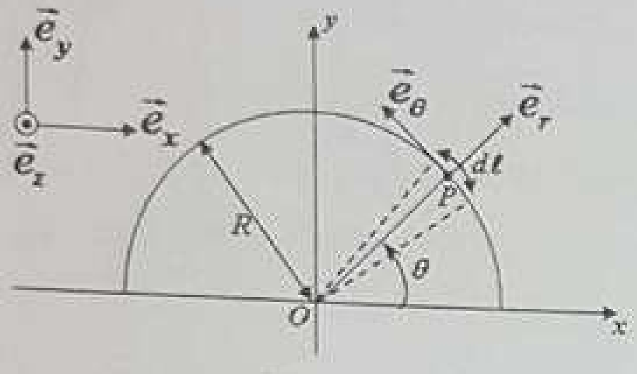


Figure 7

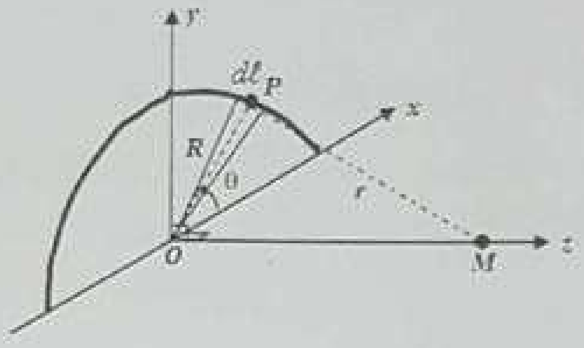


Figure 8

On considère un fil conducteur qui suit une courbure circulaire dans le plan $(O,\vec{e}_x,\vec{e}_y)$ de centre $\boldsymbol{O}$ et de rayon $\boldsymbol{R}$ (***Figure 7***). Le fil a une densité de charge linéique uniforme $\lambda > 0$. A un angle θ donné, on sélectionne une charge élémentaire ***dq*** sur une portion de longueur du fil $d\ell$ autour d'un point ***P*** induisant en ***M*** de l'axe ***Oz*** $\left(\left\|\overline{PM}\right\| = r \text{ et } \overline{OM} = z\vec{e}_z\right)$ un champ élémentaire $d\vec{E}(M)$ (***Figure 8***). On rappelle que $d\ell$ et $d\theta$ sont reliés par la relation suivante: $d\ell = R.d\theta$.

3-1 Représenter approximativement sur la ***figure 8***, $d\vec{E}(M)$ crée en ***M*** (sens et direction). ***(1 point)***

3-2 Déterminer l'expression ***dq*** en fonction de ***R***, $\boldsymbol{\lambda}$ et $\boldsymbol{d\theta}$. ***(1 point)***

3-3 Donner l'expression du champ $d\vec{E}(M)$ crée en ***M*** dans la base $(\vec{e}_x,\vec{e}_y,\vec{e}_z)$ en fonction de λ, ***R***, ***r***, ***z***, θ, $d\theta$ et la constante de Coulomb ***k***. ***(1,5 points)***

3.4 Déterminer l'expression du champ électrostatique total $\vec{E}(M)$ créé au point ***M*** par le fil chargé. On donne les intégrales des fonctions suivantes : $\int_{\theta_1}^{\theta_2} \cos\theta\, d\theta = [\sin\theta]_{\theta_1}^{\theta_2}$ et $\int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\, d\theta = [-\cos\theta]_{\theta_1}^{\theta_2}$ ***(2 points).***

3.5 Déduire le champ $\vec{E}(O)$ crée au point ***O*** par le fil chargé ***(1,5 points).***

UNIVERSITE IBN TOFAIL
ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES
Cycle Intégré Préparatoire aux Formations d'Ingénieurs

Mercredi 22 février 2017

Nom :	
Prénom :	
Section : .... **N° APOGEE :**	

Electrostatique et Electrocinétique des courants continus
Contrôle Terminal

Durée : 1h30

Tous documents interdits. Téléphones portables interdits.
Vous devez marquer votre nom sur toutes vos copies.
Dans tous les calculs, on donnera toujours les expressions littérales avant d'exécuter, s'il y a lieu, les calculs numériques.
Il sera tenu en compte dans la correction du soin apporté à la présentation et à la rédaction ainsi que de la clarté et de la précision des explications fournies

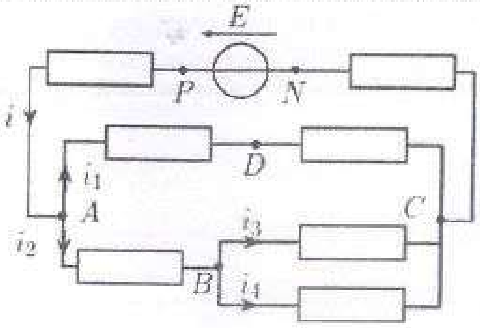
EXERCICE 1 : *(3 pts)*

1.1- Les fils de cuivre utilisés dans les installations domestiques supportent sans dommage une densité volumique de courants de l'ordre de $7\ A.mm^{-2}$.

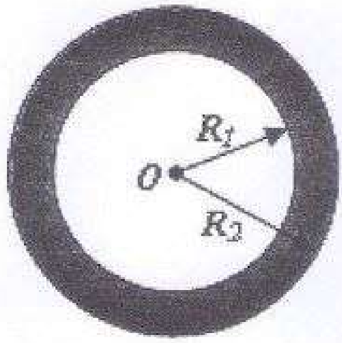
Quelle est la section minimale d'un fil cylindrique destiné à véhiculer un courant de $16\ A$? *(1 pt)*

1.2- Quelle est la résistance d'un fil électrique en cuivre de diamètre $D = 1\ mm$ et de longueur $L = 1\ m$? On donne la résistivité du cuivre : $\rho_{Cu} = 1,67.10^{-8}\ \Omega m$. *(1 pt)*

1.2- Dans le circuit suivant, dénombrer les branches et nommer les mailles et les nœuds. *(1 pt)*



EXERCICE 2 : *(17 pts)*



On considère une distribution volumique de charges de densité ρ constante, comprise entre deux sphères S_1 et S_2 concentriques, creuses de centre O et de rayons R_1 et R_2 ($R_1 < R_2$).

Partie I-

I.1- Calculer le champ électrique crée par cette distribution en tout point M de l'espace. *(3 pts)*

I.2- En déduire le potentiel V en tout point M de cet espace sachant que $V(\infty) = 0$, On donne l'expression du vecteur gradient en coordonnées sphériques : $\overrightarrow{grad} = \left(\frac{\partial}{\partial r}, \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial \theta}, \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial \varphi}\right)$. *(3 pts)*

I.3- Que deviennent les expressions précédentes du champ et du potentiel pour une sphère pleine de rayon ***R*** chargée uniformément en volume ave la densité ρ constante. *(2 pts)*

Nom & Prénom : ....N° APOGEE : ....

Partie II-

On élimine la distribution volumique de charges, la sphère S_1 pleine de rayon R_1 et la sphère S_2 creuse de rayon R_2 étant conductrices en équilibre électrostatique et portant respectivement les charges Q_1 et Q_2.

II.1- Calculer le champ et le potentiel en tout point M de l'espace avec $V(\infty) = 0$. *(3 pts)*

II.2- On relie les deux sphères avec un fil conducteur, donner la nouvelle répartition de charges sur chaque sphère. *(1,5 pts)*

II.3- La sphère S_1 portant la charge Q_1 la sphère S_2 est reliée au sol.

II.3.1- Calculer la capacité du condensateur formé par les deux conducteurs. *(2 pts)*

II.3.2- Montrer que lorsque $R_2 - R_1 = e << R_1$, le condensateur sphérique est équivalent à un condensateur plan. *(2,5 pts)*