Université Ibn Zohr
Ecole **S**upérieure de l'**E**ducation
et de la **F**ormation - **A**gadir
ESEFA

Année Universitaire
2019/2020
Semestre 2

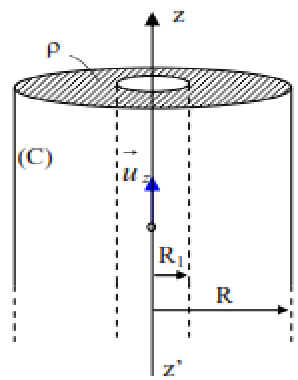
TD D'ÉLECTRICITÉ

Filières **: LEESM**, **LEESI**

Série N° : 3

EXERCICE : 1

Une couronne cylindrique (C) d'axe Z'Z et de rayon intérieur R_1 et extérieur R de longueur infinie, porte une charge volumique répartie entre les surfaces de deux cylindres avec une densité constante **$\rho > 0$** (Figure 2)



1. Précisez les invariances du champ électrostatique $\vec{E}(M)$ et déterminer sa direction ?
2. En utilisant le théorème de Gauss, donner les expressions du champ électrostatique $\vec{E}(M)$ en tout point M de l'espace :
   - **a.** $r \leq R_1$
   - **b.** $R_1 \leq r \leq R$
   - **c.** $r \geq R$
   - **d.** Le champ $\vec{E}(M)$ est-il continu à la traversée des deux surfaces de la couronne cylindrique (C) ?
3. On fait tendre $R_1 \rightarrow R$, la charge totale de la distribution volumique de la couronne cylindrique est alors répartie sur la surface d'un cylindre creux de longueur infinie et de rayon R. Soit σ la densité de charges du cylindre creux.
   - **a.** Exprimer σ en fonction de ρ, R_1 et R ?
   - **b.** Retrouver les expressions de $\vec{E}(M)$ crée par un cylindre creux ?
4. On se place maintenant dans le cas où $R_1 = 0$ et on suppose que le rayon R est négligeable devant la longueur du cylindre chargé. La charge totale de la distribution volumique peut être considérée répartie uniformément sur un fil infini. On désigne par λ la densité linéique du fil.
   - **a.** Exprimer λ en fonction de ρ et R ?
   - **b.** En déduire l'expression du champ $\vec{E}(M)$ crée par le fil ?
   - **c.** Retrouver $\vec{E}(M)$ crée par un fil de longueur infinie à partir du théorème de Gauss ?
   - **d.** En déduire l'expression du potentiel $V(M)$ crée par le fil infini à une constante additive près qu'on notera K?

EXERCICE : 2

Une sphère de rayon R portant une densité volumique uniforme de charge ρ (constante).

1. Déterminer la charge totale de la sphère Q?
2. Calculer son énergie électrostatique en utilisant la relation :

$$w = \iiint \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 d\tau$$

On donne : $\boldsymbol{d\tau = r^2 \sin\theta \, d\varphi \, d\theta \, dr}$ en coordonnées sphérique.

Pr OUACHA

EXERCICE : 3

On considère deux fils rectilignes, de longueurs infinies, portant des distributions linéiques de charges de densités constantes $+\lambda$ et $-\lambda$ ($\lambda > 0$). Ces deux fils sont parallèles entre eux et perpendiculaire au plan (Oxy). On désigne par A(-a/2, 0) et B(+a/2, 0) les intersections respectives du fil chargé ($-\lambda$) et celui chargé à ($+\lambda$) avec le plan (Oxy).

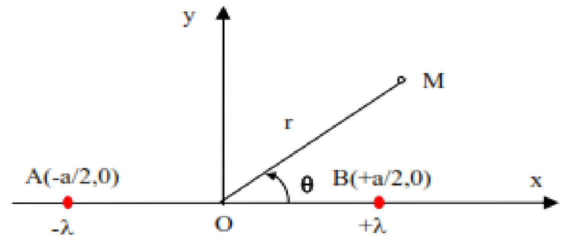


Figure 2

L'origine O du repère (Oxy) est le milieu de AB (AB = a), (Figure 2).Soit M un point du plan (Oxy) repéré en coordonnées polaires par (r, θ) avec r = OM et $\theta = (\overrightarrow{AB}, \overrightarrow{OM})$.

On désigne par $V(M)$ et $\vec{E}(M)$ respectivement le potentiel et le champ électrostatique crées par les deux fils en un point M très éloigné des fils : r >> a.

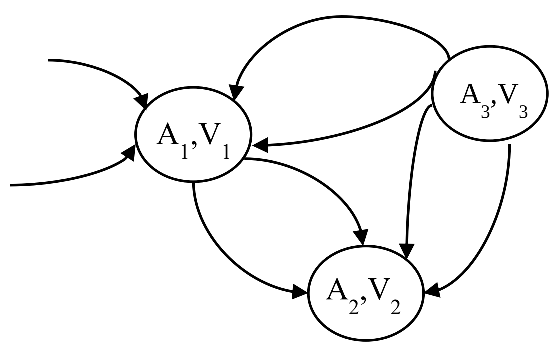
1. En utilisant les résultats de **Ex 1- 4- d),** donner les expressions du potentiel $V_{-\lambda}(M)$ crées par le fil en A et du potentiel $V_{+\lambda}(M)$ crée par le fil en B (à constante additive près).
2. Sachant que le point O est pris comme origine du potentiel : $V(O) = 0$, en déduire l'expression du potentiel $V(M)$ crée par les deux fils ?
3. Dans le cadre de l'approximation dipolaire (r >> a), exprimer les distance AM et BM en fonction de r, a et θ ?
4. Montrer que : $V(M) = \frac{\lambda \, a \cos\theta}{2\pi\varepsilon_0 r}$
5. Montre que les deux fils chargés se comportent comme un dipôle électrostatique isolé dont on précisera le moment dipolaire $\vec{p}$?
6. En déduire les composantes radiale et orthoradiale du champ électrostatique $\vec{E}(M)$, son module et sa direction ?

On donne : * $\overrightarrow{grad} f = \frac{\partial f}{\partial r}\vec{u}_r + \frac{1}{r}\frac{\partial f}{\partial \theta}\vec{u}_\theta + \frac{\partial f}{\partial z}\vec{u}_Z$ où f(r, θ, z) est une fonction scalaire * pour x << 1, Log (1+ x) ≅ x (au 1er ordre)

EXERCICE : 4

Soient trois conducteurs A_1, A_2 et A_3 en équilibre électrostatique ayant les potentiels respectif V_1, V_2 et V_3. La condition des lignes de champ est donnée sur la figure . On prend V(∞)=0

1. Comparer les potentiels V_1, V_2 et V_3 ?
2. Donner les signes de V_1, V_2 et V_3 ?
3. Peut- ou avoir des lignes de champ qui commencent en A_2 et qui partent vers l'infini ?



EXERCICE : 5

On charge un condensateur de capacité **C** sous une différence de potentiel **V₀**. Puis, ce condensateur étant isolé on le relie à un condensateur de capacité **C'** initialement neutre.

1. Calculer les charge portées par chacun des condensateurs en fonction de **C**, **C'** et **V_0** ?
2. Calculer la différence de potentiel **V** aux bornes de **C** et C' en fonction de **C**, **C'** et **V_0** ?