Institut Préparatoire aux
Etudes d'Ingénieurs de Sfax

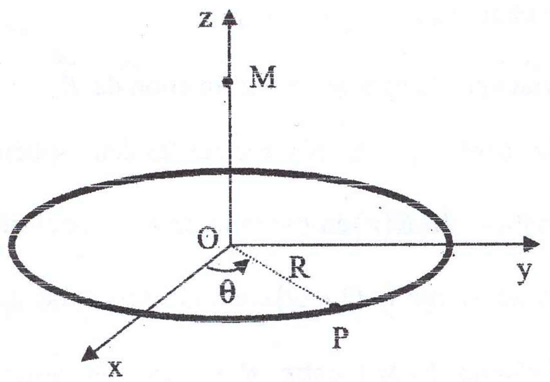
Section : PT1
Durée : 3 Heures

Devoir de Synthèse de Physique
2ème Semestre - 2016 / 2017

Partie Electrostatique

Exercice 1 :

On considère dans le plan (xOy), un anneau circulaire de centre O et de rayon R. Cet anneau est uniformément chargé avec la densité linéique de charge uniforme $\lambda > 0$ (voir figure).



1°) Calculer la charge totale Q de l'anneau.

2°) Déterminer, par des considérations de symétrie, la direction du champ électrostatique $\vec{E}(M)$ créé par cet anneau en un point M de son axe (Oz).

3°) Déterminer le champ total $\vec{E}(M)$ créé par l'anneau chargé en un point M de son axe et l'exprimer en fonction de ε_0, Q, R et z.

4°) Déterminer le potentiel électrostatique $V(M)$ créé par l'anneau chargé en un point M de son axe et l'exprimer en fonction de ε_0, Q, R et z.

Exercice 2 :

Une sphère conductrice pleine (S) de centre O et de rayon R porte une charge positive $(+Q)$ répartie avec la densité volumique non uniforme $\rho(r) = \rho_0\left(1 - \frac{r}{R}\right)$ où ρ_0 est une constante positive.

1°) Calculer la charge totale Q de la sphère.

2°) Etudier l'invariance et les symétries du champ électrostatique $\vec{\mathbf{E}}(M)$.

3°) Déterminer en appliquant le *théorème de Gauss*, le champ électrostatique $\vec{\mathbf{E}}(M)$ créé en tout point M de l'espace $(r < R$ et $r > R)$.

4°) Déterminer le potentiel $V(M)$ en tout point M de l'espace sachant que $V(r >> R) = 0$.

On place la sphère (S) dans une autre sphère concentrique creuse (S_0) de même centre O et de rayon $R_0 = 2R$, portant une charge surfacique $(-Q)$.

5°) Exprimer la densité surfacique de charge σ en fonction de R.

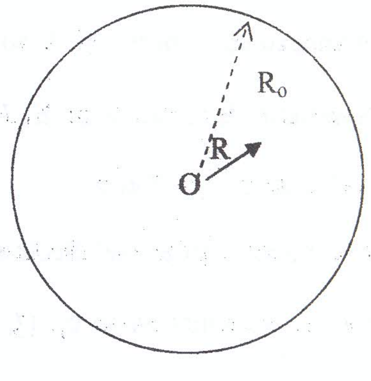
6°) Déterminer le champ électrostatique $\vec{\mathbf{E}}(M)$ créé par les deux sphères pour $r > R_0$.

7°) Tracer la courbe de variation de $E(r)$ en fonction de r et conclure.

8°) La nouvelle distribution de charge $(+Q, -Q)$ constitue un condensateur de capacité C.

Calculer la circulation du champ $\vec{\mathbf{E}}(M)$ entre R et $2R$. On notera respectivement V_1 et V_2, les potentiels électrostatiques des sphères (S) en $r = R$ et de (S_0) en $r = 2R$.

9°) Déduire la capacité C du système définie par : $C = \dfrac{Q}{V_1 - V_2}$.



Exercice 3 :

Un fil a la forme d'un cylindre de révolution de longueur infinie et de rayon a ; il est chargé électriquement avec une densité volumique de charge uniforme $\rho > 0$. L'axe (Oz) se confond avec l'axe du fil.

1°) Analyser les symétries du système. Que peut-on en déduire pour la direction du champ électrique $\vec{\mathbf{E}}(M)$ en un point M quelconque de l'espace ? Quel est le système de coordonnées le mieux adapté ? De quelle coordonnée $\vec{\mathbf{E}}(M)$ dépend-il ?

2°) Donner l'expression du vecteur champ électrique $\vec{\mathbf{E}}$ en un point quelconque M de l'espace.

3°) Définir et calculer une densité linéique de charge λ pour ce fil. Exprimer $\vec{\mathbf{E}}$ en fonction de λ.

4°) Calculer le potentiel électrique V en un point quelconque M de l'espace, sachant que $V(a) = 0$.

5°) Le même fil n'est maintenant chargé qu'en surface avec une densité surfacique de charge uniforme $\sigma > 0$.

Donner l'expression du vecteur champ électrique $\vec{\mathbf{E}}$ en un point quelconque M de l'espace.

Partie Magnétostatique

Exercice 1 :

On considère un conducteur cylindrique creux de longueur infinie, d'axe $z'z$, parcouru par un courant de densité volumique uniforme $\vec{\mathbf{J}} = J\,\vec{\mathbf{u}}_\theta$ circulant dans la région de l'espace comprise entre R_1 et R_2 (voir la figure 1). On se propose de déterminer le champ magnétostatique $\vec{\mathbf{B}}(M)$ créé en tout point M de l'espace repéré par ses coordonnées cylindriques (r, θ, z).

1°) Par des considérations de symétrie, déterminer la direction et les variables d'espace dont dépend le champ $\vec{\mathbf{B}}(M)$ en un point quelconque de l'espace.

2°) À partir du théorème d'*Ampère*, calculer le champ $\vec{\mathbf{B}}(M)$ dans les régions de l'espace :

$$r < R_1 \quad ; \quad R_1 < r < R_2 \quad ; \quad r > R_2$$

Le contour fermé d'*Ampère* est choisi sous forme d'un rectangle de longueur ℓ et de largeur r (voir la figure 3). On notera par B_0 la valeur du champ sur l'axe Oz.

3°) Donner l'expression du champ $\vec{\mathbf{B}}(M)$ en tout point de l'espace en supposant que le champ est nul à l'extérieur $(r > R_2)$. En déduire la valeur B_0 du champ sur l'axe Oz.

4°) Tracer la courbe de variation de $B(r)$ en fonction de r et conclure.

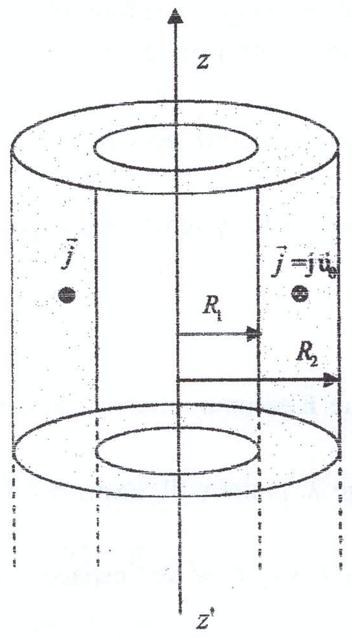


Figure 1

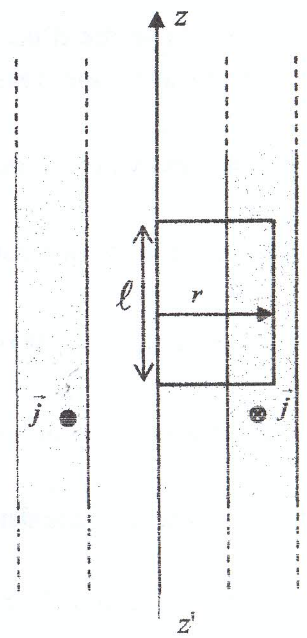


Figure 2

Fin

Bonne chance