

Devoir de Contrôle de Physique du deuxième Semestre

(Durée : 1H30mn)

N.B: Il sera tenu compte de la présentation des copies.

PROBLÈME (12 POINTS)

L'espace physique est rapporté à un repère orthonormé direct. Un point M de l'espace est repéré dans la base cylindrique par (r, θ, z) .

A/ On considère un cylindre creux (S) de rayon R, de longueur infinie, chargé en surface par une densité surfacique de charges uniforme $\sigma > 0$ (figure 1). Soit M un point quelconque de l'espace.

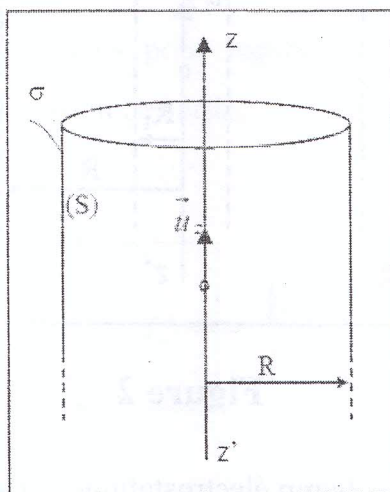


Figure 1

1) Indiquer les coordonnées dont dépend le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ et déterminer sa direction.

2.a) Définir et justifier la surface de Gauss.

2.b) Déterminer le champ $\vec{E}(M)$ en tout point M de l'espace ($r < R$ et $r > R$) où $r = \|\vec{OM}\|$.

- 3.a) Tracez l'allure de $E(r)$ en fonction de r (où $E(r)$ est la norme du champ).
- 3.b) Le champ est-il continu à la traversée de la surface du cylindre.
- 4) En prenant comme référence du potentiel $V(r = 0) = V_0$, calculez le potentiel $V(r)$ en tout point M de l'espace.
- 5.a) Tracez l'allure de $V(r)$ en fonction de r .
- 5.b) Vérifier que le potentiel $V(r)$ est continu à la traversée de la surface du cylindre.

B/ 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 des deux cylindres avec une densité uniforme $\rho > 0$ (figure 2).

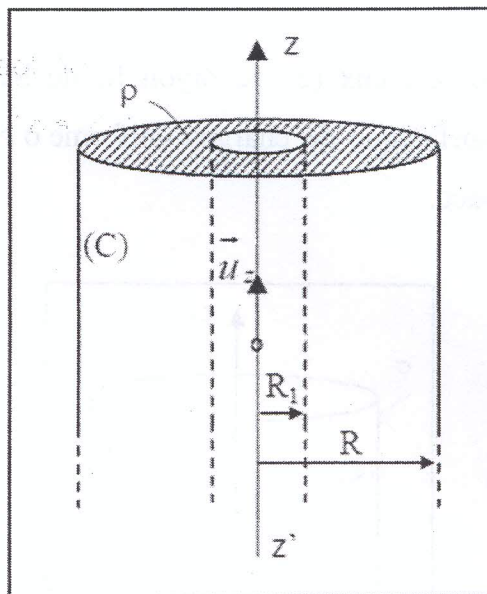


Figure 2

- 6) Précisez les invariances du champ électrostatique $\vec{E}(M)$ et déterminer sa direction.
7. a) En utilisant le théorème de Gauss, donner les expressions du champ électrostatique $\vec{E}(M)$ en tout point M de l'espace.
- 7.b) Le champ est-il continu à la traversée des deux surfaces de la couronne cylindrique (C).
- 8) 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.

8.a) Exprimer σ en fonction de ρ , R_1 et R .

8.b) Retrouver les expressions de $\vec{E}(M)$ créée par un cylindre creux.

9) 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.

9.a) Exprimer λ en fonction de ρ et R .

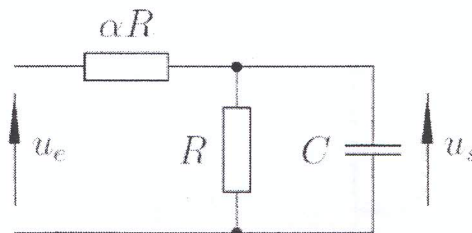
9.b) En déduire l'expression du champ $\vec{E}(M)$ créée par le fil.

c) Retrouver $\vec{E}(M)$ créée par un fil de longueur infinie à partir du théorème de Gauss.

d) En déduire l'expression du potentiel $V(M)$ créée par le fil infini à une constante additive près qu'on notera K .

Exercice (8 points)

Soit le circuit représenté ci-dessous pour lequel u_e est une tension d'entrée sinusoïdale de pulsation ω et u_s la tension de sortie.



α peut varier entre 1 et 10, $R = 1 \text{ k}\Omega$ et $C = 2 \mu\text{F}$

1) Par une étude asymptotique, déterminer le type du filtre?

2) Déterminer la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega)$ de ce filtre et la mettre sous la forme : $\underline{H}(j\omega) = \frac{G_0}{1+j\frac{\omega}{\omega_0}}$ puis préciser G_0 et ω_0 .

3- Tracer le diagramme de Bode en amplitude pour $\alpha = 1$ puis $\alpha = 10$ sur la même figure.