Faculté des Sciences
Aix-Marseille Université

Année universitaire 2016/2017

Site :	☐ Luminy	☐ St-Charles	☒ St-Jérôme	☐ Cht-Gombert	☒ Aix-Montperrin	☐ Aubagne-SATIS

Sujet session de : ☐ 1^{er} semestre ☐ 2^{eme} semestre ☒ Session 2 Durée de l'épreuve : 1h30
Examen de : ☐ L1 ☒ L2 ☐ L3 ☐ M1 ☐ M2 ☐ LP ☐ DU Nom diplôme : **Licence Pour l'Ingénieur**
Code Apogée du module : Libellé du module : **Electromagnétisme**
Documents autorisés : ☐ OUI ☒ NON Calculatrices autorisées : ☒ OUI ☐ NON

1 Ligne bifilaire

Une ligne bifilaire est une ligne de transmission constituée de deux conducteurs parallèles séparés par un isolant. Dans cet exercice, l'isolant est supposé équivalent à l'air, et les conducteurs sont deux cylindres de même rayon.

1. Cylindre conducteur seul
   Dans cette partie, on considèrera un cylindre conducteur de rayon R, d'axe (Oz) dans un repère cartésien $(Oxyz)$ et de longueur ℓ portant une charge $Q > 0$ supposée uniformément répartie.

   (a) Justifier que l'on peut utiliser l'approximation du cylindre infini (voir *Données* en fin d'exercice)
   Dans la suite de cet exercice, nous nous placerons sous cette hypothèse.

   (b) Où se situe la charge au sein du cylindre (est-elle répartie dans le volume ou sur la surface) ? Justifier.

   (c) Déterminer à l'aide du théorème de Gauss l'expression du champ électrique en fonction du rayon cylindrique $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, de la charge linéique $\lambda = \frac{Q}{\ell}$ du cylindre et de la permittivité ε_0 de l'isolant, à l'intérieur $(r < R)$ et à l'extérieur $(r > R)$ du cylindre.

   (d) En déduire les expressions du potentiel électrique $V(r)$ à l'intérieur et l'extérieur du cylindre par rapport au potentiel électrique à la surface du cylindre $V(R) = V_o$.

   (e) Calculer à partir des *Données* la charge totale $Q = \lambda\ell$ du cylindre, et préciser son unité.

   (f) Calculer à partir des *Données* la charge surfacique $\sigma = \frac{Q}{2\,\pi\,R\ell}$ du cylindre, et préciser son unité.

   (g) Calculer à partir des *Données* la norme E du champ électrique à un point M situé à une distance d de l'axe du cylindre.

   (h) Faire un schéma indiquant la direction et le sens du champ électrique $\vec{E}$ au point M.

2. Deux cylindres conducteurs
   Dans cette partie, on considèrera deux cylindres A et B conducteurs d'axes parallèles à $(0z)$, de rayon R, portant des charges $Q_A = Q = -Q_B$ égales et opposées, et séparés centre à centre d'une distance d. La différence de potentiel entre les deux conducteurs suit l'expression
   $$U = 2(V_o - V(d)) \tag{1}$$
   où V_o et V sont les potentiels définis et déterminés à la question 1d.

   (a) Quelles approximations justifient l'expression (1) ?

   (b) En déduire l'expression de la capacité C de la ligne bifilaire. Calculer sa valeur à l'aide des *Données* et préciser son unité.

   (c) Définir, calculer et préciser l'unité de la capacité linéique β de la ligne.

Données : $R = 0{,}01\,m,\ \ell = 10\,m,\ d = 0{,}05\,m,\ \lambda = 1\,\mu C\,m^{-1},\ V_o = 50\,V$

2 Induction

Une campagne de tests aéronautique est effectuée au Canada, à proximité du pôle magnétique. Au niveau des pôles, les lignes du champ magnétique terrestre sont quasiment verticales (d'axe noté (Oz)). Dans cette région du globe, le champ magnétique terrestre peut être considéré comme vertical descendant : $\vec{B_T} = -B_T\vec{e_z}$.
L'avion testé a une envergure, définie comme la distance entre les extrémités des deux ailes, L, et il vole selon l'axe (Oy) avec une vitesse v.

1. Exprimer et calculer la différence de potentiel ΔV que le phénomène d'induction électromagnétique fait apparaître entre les extrémités des ailes.
2. Faire un schéma indiquant la direction et le sens de déplacement de l'avion, le vecteur champ magnétique terrestre, la direction et le sens du champ électrique induit.
3. Calculer la norme du champ électrique induit. La comparer au champ disruptif de l'air $E_d = 3.6 \times 10^6\ \mathrm{V/m}$.

Données : $B_T = 50\mu T,\ L = 79.8\,m,\ v = 1040\,km\,h^{-1}$