

Concours d'accès en 3<sup>ème</sup> année  
Epreuve de PHYSIQUE

Electromagnétisme  
Durée 1h:30

Optique  
Durée 45mn

Mécanique  
Durée 45mn

Valeurs numériques des constantes physiques :

- Vitesse de la lumière dans le vide :  $c = 3108\text{ms}^{-1}$  ;
- Permittivité du vide:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  ;
- Perméabilité du vide:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ .

**Ligne coaxiale :**

**I- Electrostatique :**

On considère une ligne coaxiale cylindrique d'axe  $Oz$ , constituée d'un conducteur central plein de rayon  $r_1$  ( l'âme) séparé par le vide d'un conducteur creux de rayon intérieur  $r_2$  et de rayon extérieur  $r_3$  (gaine). On utilise les coordonnées cylindriques  $r, \theta, z$  et le repère local associé. Dans tous les cas envisagés dans ce problème, le système possède la symétrie cylindrique (invariance des charges et des courants dans les rotations d'axe  $Oz$  et dans la symétrie par rapport à tout plan contenant l'axe  $Oz$ ). On négligera les effets de bords aux extrémités de la ligne coaxiale. Pour les applications numériques on prendra :  $r_1 = 1\text{mm}$ ,  $r_2 = 2\text{mm}$  et  $r_3 = 3\text{mm}$ .

L'âme et la gaine sont isolées. L'âme porte une charge électrique linéique  $\lambda = \text{Cte}$  et la gaine la charge électrique linéique opposée  $-\lambda$ . La ligne coaxiale constitue un condensateur cylindrique à l'équilibre électrostatique.

1- Préciser la répartition des charges

2- Justifier que le champ électrique est de la forme

$$\vec{E}(r, z, \theta) = E(r)\vec{e}_r,$$

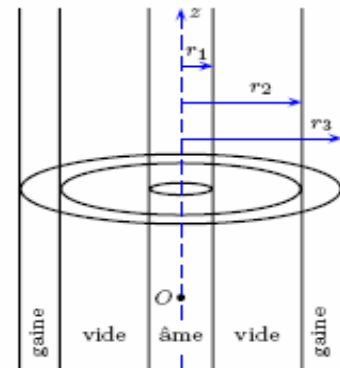
3- Déterminer  $E(r)$  pour tout  $r$  ( $0 \leq r < \infty$ ). Tracer la courbe  $E(r)$  en fonction de  $r$ .

4- Vérifier que le condensateur est à l'équilibre électrostatique.

5- Calculer la différence de potentiel  $V = V_{r_1} - V_{r_2}$  entre l'âme

et la gaine. En déduire la capacité  $C_l$  par unité de longueur (valeurs littérales et numériques) du condensateur.

6- Calculer l'énergie électrique  $W_l$  du condensateur par unité de longueur en intégrant la densité d'énergie électrique à l'intérieur du condensateur. On exprimera la réponse en fonction de  $\lambda, r_1$  et  $r_2$ .



## II. Magnétostatique

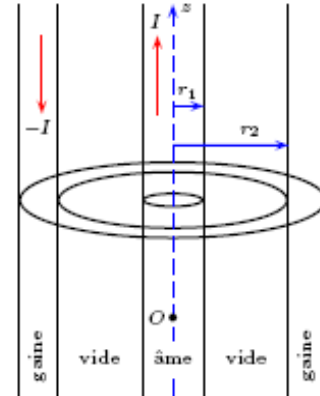
L'âme est parcourue par un courant  $I = \text{Cte}$ , la gaine par un courant  $-I$ .

- 1) Déterminer le champ magnétique à l'intérieur de la ligne (pour  $r_1 < r < r_2$ ).
- 2) Calculer l'énergie magnétique  $W_m$  par unité de longueur contenue dans l'espace entre l'âme et

la gaine ( $r_1 < r < r_2$ ). Le résultat est de la forme  $W_m = \frac{L_1 I^2}{2}$

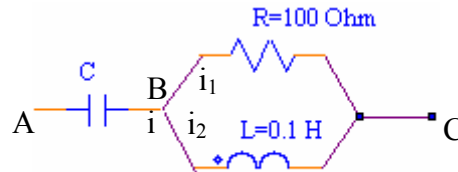
- 3) En déduire le coefficient  $L$  (valeurs littérales et numériques).

- 4) Calculer la valeur littérale du produit  $C_1 L_1$ .



## III : Circuit électrique

On considère le montage de la figure ci-dessous, la self et la capacité sont supposées idéales. Le montage est alimenté entre les bornes A et C par une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace  $U = 138\text{v}$  et de pulsation  $\omega = 400 \text{ rd/s}$ .



**NB : Pour les réponses utiliser les notations complexes.**

- 1- Donner l'expression de la capacité  $C_0$  pour laquelle le réseau entre A et C est équivalent à une résistance pure.

Dans la suite du problème la valeur de la capacité sera  $C_0$

- 2- Calculer les intensités efficaces  $I, I_1, I_2$  dans les trois branches
- 3- Calculer les déphasages de  $i_1$  et  $i_2$  par rapport  $i$ .
- 4- Calculer la puissance dissipée dans le réseau AC. Faire la comparaison avec la puissance dissipée dans la résistance R. Donner une interprétation.
- 5- Que se passe-t-il lorsque la self ou la capacité ne sont pas idéales ?