

**Examen Final du 26/06/02****Durée 02 heures***Les calculatrices et les documents relatifs à PS26 ne sont pas autorisés.***Exercice n°1: Questions de cours.**1- Connaissant la formule de Maxwell-Ampère :  $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$ 

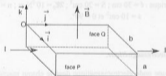
Pourriez vous retrouver la formulation du théorème d'Ampère

2- Définissez les grandeurs suivantes et donnez la signification physique de chacune : vecteur de Poynting ( $\vec{\pi}$ ) et densité volumique d'énergie électromagnétique ( $w$ ).

Trouver une relation simple entre les deux grandeurs dans le cas d'une onde plane progressive.

3- La compatibilité électromagnétique (CEM) est la discipline qui a pour objet d'étudier les problèmes de cohabitation électromagnétique. Donner sa définition selon le décret français, sa vocation et son champ d'action.

4- Les perturbations électromagnétiques peuvent prendre deux formes selon la distance séparant la source de la victime. Préciser ces deux formes ainsi que la nature du couplage dans chacun des cas.

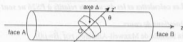
**Exercice n°1 : Effet Hall**On considère un semi-conducteur de section rectangulaire ( $a \times b$ ) parcouru par un courant d'intensité  $I$  dont la densité est uniforme dans la section  $ab$  (figure ci-dessous).

- 1- l'intensité étant positive dans le sens du vecteur unitaire  $\vec{j}$ , quel est le sens de la vitesse  $\vec{v}$  des charges mobiles (électrons) ?
- 2- on applique un champ magnétique uniforme  $\vec{B} = B \vec{k}$ , montrer qu'en régime permanent, il s'établit un champ électrique dans la direction du vecteur  $\vec{k}$ .
- 3- en déduire l'expression de la différence de potentiel  $V_{HQ}$  entre les faces P et Q en fonction de B.
- 4- calculer B si  $I = 10 \text{ mA}$ ,  $a = 0.5 \text{ mm}$ ,  $V_{HQ} = 5 \text{ mV}$  ;  
nombre de charges mobile par unité de volume :  $n = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$

**Exercice n°3: Calcul d'inductances propre et mutuelle (principe de l'électrodynamisme de Peltier)**

On considère un solénoïde « infini » d'axe Oz comportant  $n$  spires par unité de longueur et parcouru par un courant d'intensité  $I$ . Une petite bobine plate placée au centre de ce solénoïde est mobile autour de l'axe  $\Delta$  perpendiculaire à l'axe Oz. L'axe de cette bobine est noté  $Oz'$ . La

bobine à un rayon  $R$ , une section  $s$  et  $N$  spires parcourues par un courant d'intensité  $i$  (voir figure).



- Déterminer le sens de  $I$  pour que la face A soit une face sud, puis déterminer le sens de  $i$  pour que le champ créé par la bobine soit dans le même sens que celui du solénoïde lorsque  $\theta = 0$ .
- Calculer le coefficient d'inductance mutuelle  $M$  si l'axe  $Oz'$  est incliné de l'angle  $\theta$  par rapport à l'axe  $Oz$ .
- Donner l'expression du moment du couple  $\mathcal{M}$  s'exerçant sur la bobine plate.
- On maintient la bobine en équilibre grâce au moment d'une force annexe (poids)  $\mathcal{M}_p$ . On suppose  $I = i$ . Donner l'expression de l'intensité en fonction de  $\mathcal{M}_p$ .
- Quel est le coefficient d'auto-inductance du solénoïde,  $l$  étant sa longueur et  $S$  sa section ?

Application numérique :  $l = 30 \text{ cm}$  ;  $S = 20 \text{ cm}^2$  ;  $\mathcal{M}_p = 10^{-3} \text{ N.m}$  ;  $n = 10^4 \text{ m}^{-1}$  ;  $N = 1000$  ;  $s = 10 \text{ cm}^2$  et  $\theta = 90^\circ$ .

#### Exercice n°4: Onde électromagnétique.

On considère une onde électromagnétique dont le champ magnétique peut se mettre sous la forme mathématique suivante dans un repère orthonormé direct  $(Oxyz)$  de vecteurs unitaires respectifs  $(\mathbf{u}_x, \mathbf{u}_y, \mathbf{u}_z)$ :

$$\mathbf{B} = B_0 \cos \left( \omega \left( t + \frac{z}{c} \right) \right) \mathbf{u}_x.$$

- Déterminer la direction et le sens de propagation de cette onde.
- Déterminer le champ électrique associé ainsi que la direction et le sens de polarisation de l'onde.
- Déterminer le vecteur de Poynting correspondant.
- Si l'étendue transversale de l'onde est de  $1 \text{ m}^2$ , déterminer la puissance électromagnétique de l'onde.
- Comment devrait-on orienter une antenne formée par un fil conducteur rectiligne pour recevoir un signal maximal?