

Physique 4/électromagnétisme : Devoir surveillé

Jun 2016/2017

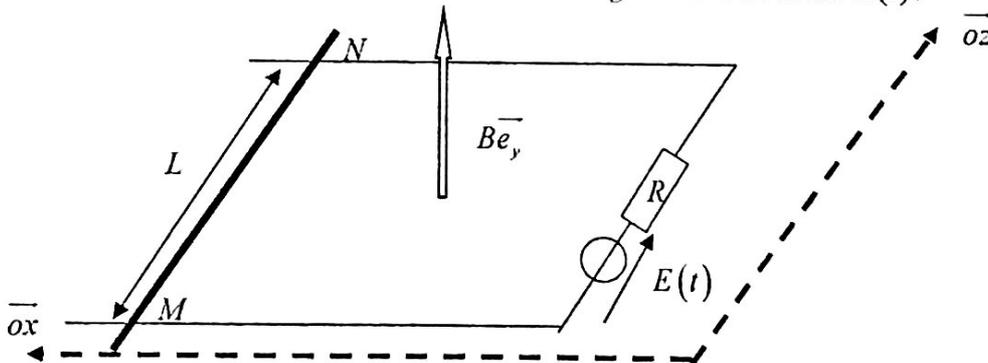
Questions de cours :

1. Rappeler la différence entre l'induction électromagnétique de Lorentz et celle de Neumann.
2. Rappeler les équations de Maxwell dans le vide
3. Donner la condition de jauge de Lorentz et sa signification physique
4. Etablir les équations de propagation d'une onde électromagnétique vérifiées par  $(\vec{E}, \vec{B}, \vec{A}, V)$  loin des sources.

**Exercice 1**

Une tige conductrice MN, de masse  $m$ , de longueur  $L$ , peut glisser sans frottements le long de 2 rails conducteurs horizontaux (voir schéma ci-dessous).

Le circuit obtenu est placé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire  $\vec{B} = B\vec{e}_y$ . On ferme le circuit ci-dessous sur une résistance totale  $R = 100\Omega$  et un générateur de f.é.m.  $E(t)$ .



Initialement la tige au repos, et on considère  $E(t)$  un échelon de tension  $\begin{cases} E(t \leq 0) = 0 \\ E(t > 0) = E_0 = 3V \end{cases}$

- 1.1. Déterminer en le justifiant les caractéristiques de la force de Laplace  $\vec{F}$  sur la tige.
- 1.2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse  $v(t)$  de la tige.
- 1.3. Déterminer  $v(t)$  et en déduire l'expression de la f.é.m. d'induction  $e(t)$  dans le circuit. Traduire  $v(t)$  et  $e(t)$  graphiquement.

**Exercice 2**

On considère une onde électromagnétique progressive monochromatique polarisée rectilignement suivant  $\vec{Ox}$  et se propageant dans le vide selon  $\vec{Oz}$  et dans le sens croissant.

Son champ électrique est donné par l'expression :  $\vec{E}(z,t) = \vec{E}_m \cos(\omega t - kz)$

$$\begin{cases} E_m = 0.5V/m \\ f = 50MHz \end{cases}$$

2.1. La structure de l'onde est-elle plane ou non ? Justifier

2.2. Déterminer l'expression du champ magnétique  $\vec{B}(z,t)$

2.3. Montrer que l'onde est transverse électromagnétique (TEM)

2.4. En déduire l'expression du vecteur de Poynting  $\vec{R}$

2.5. Calculer la puissance moyenne rayonnée à travers un écran de surface  $S = 5cm^2$  (d'épaisseur négligeable) et placée perpendiculairement à la direction de propagation.

