

## En attendant l'oral (3)

### Électromagnétisme

[1] On étudie le champ électrique dans un guide rectangulaire (de longueurs  $a$  selon  $x$  et  $b$  selon  $y$ , et de profondeur infinie selon  $z$ ). Dans le guide, il règne un champ électrique :

$$\vec{E} = E_m \sin(\alpha x) \cdot \cos(\omega t - kz) \vec{u}_y$$

1 - Rappeler les équations de Maxwell dans le vide. En déduire l'équation de propagation du champ électrique.

2 - En déduire la relation de dispersion.

3 - On considère que les parois du guide sont constituées d'un métal conducteur parfait.

a - Dans un conducteur parfait, le champ électrique est nul. Montrer que  $\alpha$  prend des valeurs discrètes à préciser.

b - On considère pour la suite que  $\alpha = \pi/a$ . Représenter  $E$  champ dans le plan  $z = 0$  à  $t = 0$ .

c - Montrer que le guide agit comme un filtre et déterminer sa pulsation de coupure.

d - Faire l'application numérique pour la fréquence de coupure pour  $a=2\text{cm}$ . À quel type d'onde cela correspond-il ?

4 - Définir et déterminer l'expression de la vitesse de phase et de la vitesse de groupe.

On rappelle la relation de passage :

$$\vec{E}_2 - \vec{E}_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}_{12}$$

### Chimie

[2] Le laiton est un composé dont la formule chimique s'écrit  $\text{Zn}_x\text{Cu}_y$  avec  $x + y = 1$ .

1 - Donner les demi-équations électronique de  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  et  $\text{NO}_3^-/\text{NO}$ .

2 - Donner la demi-équation qui relie  $\text{Zn}_x\text{Cu}_y$  et  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ .

3 - Donner l'équation bilan traduisant l'oxydation du laiton par  $\text{NO}_3^-$ .

4 - Exprimer la masse molaire du laiton en fonction de celles de Zn et Cu.

**Éléments de correction****[1]**1 - Dans le vide  $\rho$  et  $\vec{j}$  sont nuls.2 -  $\alpha^2 + k^2 = \omega^2/c^2$ 3 - Il faut utiliser la relation de passage au niveau des plans  $x = 0$  et  $x = a$ .  $k^2$  doit être positif pour qu'il y ait propagation.

$$f_c = \frac{c}{2a}$$

 $f_c$  est de l'ordre de la dizaine de gigahertz ce qui correspond à des ondes centimétriques (ou micro-ondes).

4 - La vitesse de phase est la vitesse de propagation d'une OPPM et on a :

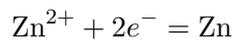
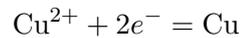
$$v_\varphi = \frac{\omega}{k}$$

La vitesse de groupe est la vitesse de propagation d'un paquet d'onde de pulsation centrée en  $\omega$  :

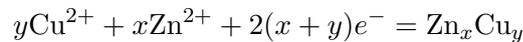
$$v_g = \frac{d\omega}{dk}$$

Dans le cas étudié ici, on obtient :  $v_\varphi \cdot v_g = c^2$  en différenciant la relation de dispersion.**[2]**

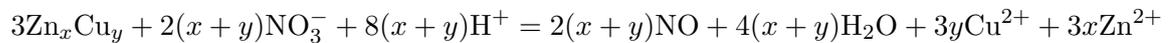
1 -



2 -



3 -

4 -  $x$  et  $y$  représentent les fractions molaires en Zn et Cu : 1 mol de  $\text{Zn}_x\text{Cu}_y$  comporte  $x$  mol de Zn et  $y$  mol de Cu.