

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 α 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 Zn_xCu_y avec $x + y = 1$.

1 - Donner les demi-équations électronique de Cu^{2+}/Cu , Zn^{2+}/Zn et NO_3^-/NO .

2 - Donner la demi-équation qui relie Zn_xCu_y et Cu^{2+} , Zn^{2+} .

3 - Donner l'équation bilan traduisant l'oxydation du laiton par 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 ρ 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 :

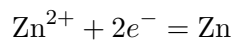
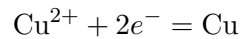
$$v_\varphi = \frac{\omega}{k}$$

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

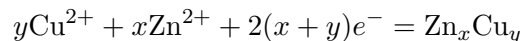
$$v_g = \frac{d\omega}{dk}$$

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

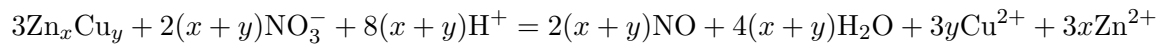
1 -



2 -



3 -

4 - x et y représentent les fractions molaires en Zn et Cu : 1 mol de Zn_xCu_y comporte x mol de Zn et y mol de Cu.