

Exercice 1

On étudie le champ électrique dans un guide rectangulaire (de longueur a selon x , de longueur b selon y et de profondeur infinie selon z).

Dans le guide, il règne un champ électrique

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

- Rappeler les équations de Maxwell dans le vide. En déduire l'équation de propagation du champ électrique.
- En déduire la relation de dispersion.
- On considère que les parois du guide sont constituées d'un métal conducteur parfait.
 - On rappelle que dans un conducteur parfait, le champ électrique est nul. Montrer que α prend des valeurs discrètes que l'on précisera.
 - On considère pour la suite que $\alpha = \frac{\pi}{a}$. Représenter le champ électrique à $t = 0$ et en $z = 0$.
 - Montrer que le guide agit comme un filtre. Déterminer sa pulsation de coupure.
 - Faire l'application numérique pour la fréquence de coupure avec $a = 2,0$ cm. À quel type d'onde cela correspond-il ?
- Calculer la vitesse de phase et la vitesse de groupe.

Données : relations de passage pour les champs :

$$(\vec{E}_2 - \vec{E}_1) \cdot \vec{n}_{1 \rightarrow 2} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Exercice 2

Le laiton est de la forme Zn_xCu_y tel que $x + y = 1$.

- Donner les demi-équations électroniques de Cu^{2+}/Cu , Zn^{2+}/Zn et NO_3^-/NO .
- Donner la demi-équation qui relie Zn_xCu_y , Cu^{2+} et Zn^{2+} .
- Déterminer l'équation de la réaction d'oxydation du laiton par les ions nitrate.
- Exprimer la masse molaire du laiton en fonction de celles de Cu, Zn.
- On verse, à $25^\circ C$, 5,00 mL de solution d'acide nitrique à 65% massique dans un bécher contenant $m = 1,5484$ g de laiton. Après réaction on introduit lentement la solution dans une fiole jaugée de volume $V = 0,500$ L contenant de l'eau puis, on ajuste au trait de jauge avec de l'eau. Lors de cette expérience, on observe le dégagement gazeux du monoxyde d'azote NO qui s'oxyde en NO_2 au contact de l'air. Pour les calculs, on considérera $x = 0,5$ dans la formule Zn_xCu_y .
 - Calculer la quantité de matière d'acide nitrique introduite dans le bécher.
 - Pour la solution contenue dans la fiole, donner l'expression littérale et la valeur numérique de la concentration molaire en :
 - Cu^{2+} ;
 - Zn^{2+} ;
 - NO_3^- ;
 - H_3O^+ .

Données : Masses molaires : $M_{Zn} = 65,39$ g.mol⁻¹ ; $M_{Co} = 63,55$ g.mol⁻¹ , $M_{HNO_3} = 63,01$ g.mol⁻¹.

Potentiels standard : $E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = 0,35$ V ; $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0,77$ V ; $E^\circ(NO_3^-/NO) = 0,96$ V.

Masse volumique de l'acide nitrique : $\rho = 1,40$ g.L⁻¹.