

### Exercice 1 (6 pts)

On considère un guide d'ondes rectangulaire de dimensions  $a = 1.016\text{cm}$  et  $b = 2.286\text{cm}$ .

1. Calculer la fréquence de coupure du mode fondamental ainsi que la bande passante monomodale du guide.
2. On veut propager dans ce guide une onde électromagnétique suivant le mode fondamental à la fréquence  $f = 5\text{ GHz}$ . Pour cela, on introduit dans le guide un diélectrique de permittivité relative  $\epsilon_r$ . Entre quelles limites peut-on varier  $\epsilon_r$  pour qu'il y ait propagation du seul mode fondamental ?

### Exercice 2 (4 pts)

1. Quelle doit être la longueur  $h$  d'une cavité circulaire de rayon  $R = 1.5\text{ cm}$  pour que la fréquence de résonance du mode  $TE_{111}$  soit de  $9\text{ GHz}$ .
  2. On remplit la cavité par un matériau diélectrique. Quelle serait la permittivité du matériau si la fréquence de résonance précédente soit celle du mode  $TM_{112}$ .
- On donne  $X_{11} = 3.831$ ,  $X'_{11} = 1.841$ ,  $X_{12} = 7.015$ ,  $X'_{12} = 5.331$ .

### Exercice 3 (5 pts)

Le champ rayonné par une antenne filaire verticale symétrique, centrée en O et de longueur  $h = 2l$  est donné par :

$$\vec{E}_c = j \frac{60}{r} I_m \frac{e^{j(\omega t - kr)}}{\sin \theta} [\cos(kl \cos \theta) - \cos(kl)] \vec{u}_\theta$$

1. Exprimer ce champ dans le cas d'une antenne demi-onde ainsi que sa fonction caractéristique.
2. Calculer l'intensité de rayonnement (puissance par unité d'angle solide) de ce dipôle demi-onde.
3. Déterminer la puissance totale rayonnée par ce dipôle, sachant que :

$$\int_0^\pi \frac{\cos^2(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin^2 \theta} d\theta \cong 1.4 \quad \int_0^\pi \frac{\cos(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta} d\theta \cong 1.81 \quad \int_0^\pi \frac{\cos^2(\frac{\pi}{2} \cos \theta)}{\sin \theta} d\theta \cong 1.22$$

4. Dédurre la résistance de rayonnement du dipôle demi-onde. Serait-il adapté à un câble coaxial d'impédance caractéristique de  $50\ \Omega$  ?
5. Calculer la directivité de cette antenne ainsi que la directivité maximale (en linéaire et en dB).

### Exercice 4 (5 pts)

La densité de puissance rayonnée d'une antenne est donnée par :

$$\vec{P}_r = P_r \vec{u}_r = \frac{2A_0(1 - \cos \theta)}{r^2} \vec{u}_r$$

1. Calculer sa puissance totale rayonnée.
2. Calculer la directivité de cette antenne. Quelle est sa valeur maximale ?
3. En alimentant l'antenne par une puissance égale à  $1.74\text{ GW}$ , quel serait son rendement afin d'obtenir à  $50\text{ km}$  de distance, dans la direction du rayonnement maximum, une densité de puissance de  $0.01\text{ mW/cm}^2$  ?