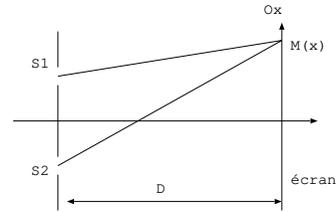


# DM 2 de physique

## I. Exploitation d'une photo

Répondre à toutes les questions sur la feuille d'annexe.

Une source monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 542 \text{ nm}$  éclaire un dispositif d'Young composé de deux ouvertures  $S_1$  et  $S_2$  et d'un écran placé à une distance  $D$  des deux ouvertures.

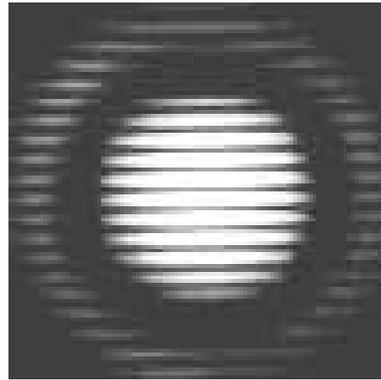


1. Rappeler sans démonstration les expressions de la différence de marche et de l'interfrange.
2. On note  $\theta_{1/2}$  la demi largeur angulaire de la tache centrale de diffraction par une ouverture. Montrer que la largeur du champ d'interférences sur l'écran est  $\Delta x = 2D\theta_{1/2}$ .
3. On donne la photo de l'écran.

Données:  $D = 1,5 \text{ m}$

$$\theta_{1/2} = \frac{1,22\lambda}{2R} \text{ pour un trou circulaire de rayon } R$$

$$\theta_{1/2} = \frac{\lambda}{b} \text{ pour une fente fine de largeur } b$$



- 3.a. Repérer sur la photo les franges d'ordre  $p = 0$ ,  $p = 2,5$  et  $p = -3$  (en supposant que  $p > 0$  à droite de la frange centrale).
  - 3.b. Mesurer sur la photo l'interfrange et en déduire  $a$ , la distance moyenne entre les ouvertures.
  - 3.c. Mesurer sur la photo la largeur de la tache centrale de diffraction et en déduire  $b$  la largeur d'une ouverture.
4. On ajoute derrière une des ouvertures une lame d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n = 1,5$ . On observe les franges monter. La frange centrale d'ordre  $p = 0$  se trouve sur l'écran en  $x = 3,1 \text{ cm}$ . En déduire l'ouverture  $S_1$  ou  $S_2$  derrière laquelle on a placé la lame et l'épaisseur de la lame.

## II. Etude de la porte d'un four micro-ondes

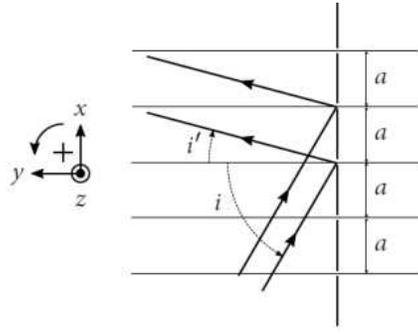
La porte du four micro ondes est constituée de deux plaques de verre entre lesquelles est insérée une grille métallique percée d'ouvertures régulièrement espacées. Cette grille peut être vue comme un réseau bidimensionnel. Ce réseau doit réfléchir les ondes électromagnétiques comme s'il s'agissait d'une paroi métallique pleine.

Document 1



Photographie du four étudié avec un agrandissement de la porte. Le morceau de règle graduée est à la même échelle que l'agrandissement.

Afin de simplifier son étude, nous le modélisons par un réseau simplement périodique constitué de fentes fines équidistantes séparées de  $a$  et parallèles à l'axe  $Oz$ . On suppose que le réseau est éclairé par des ondes planes, de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide, sous l'angle d'incidence orienté  $i$  et on s'intéresse aux ondes planes diffractées sous l'angle d'émergence orienté  $i'$ .

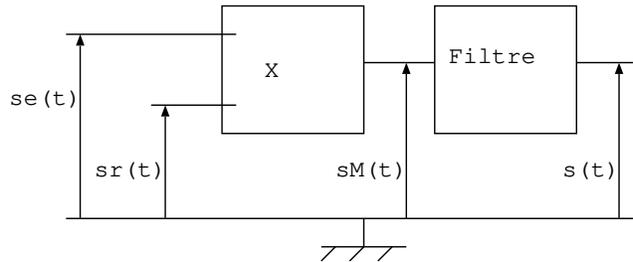


1. Les ondes électromagnétiques dans le four ont pour fréquence moyenne  $f = 2\,450\text{ MHz}$ . Cette fréquence est connue à  $\Delta f = \pm 50\text{ MHz}$  près, déterminer la longueur d'onde correspondante. On présentera le résultat sous la forme  $(\lambda \pm \Delta\lambda)$ . Donnée: vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3 \cdot 10^8\text{ m}\cdot\text{S}^{-1}$ .
2. Déterminer l'expression de la différence de marche entre deux ondes arrivant sur deux ouvertures consécutives du réseau et en déduire que la formule des réseaux en réflexion s'écrit  $\sin i' + \sin i = \frac{p\lambda}{a}$ .
3. Estimer le pas  $a$  du réseau à l'aide du document 1. Calculer la valeur maximale du terme  $\frac{a}{\lambda}(\sin i + \sin i')$  et en déduire l'unique valeur de  $p$  possible. En déterminant la valeur de  $i'$  en fonction de  $i$ , conclure quant à l'effet de la grille sur les ondes électromagnétiques produites dans le four.
4. À l'aide d'une estimation numérique, expliquer pourquoi il est possible depuis l'extérieur de voir l'intérieur du four à micro-ondes à travers la grille réelle.

### III. Radar autoroutier

Un radar fixe utilise le principe de l'effet Doppler pour mesurer la vitesse d'un véhicule qui s'approche du radar avec une vitesse  $v_0$ . Le radar émet une onde électromagnétique micro-ondes de fréquence  $f_e = 10,0\text{ GHz}$  qui se réfléchit sur la carrosserie du véhicule et est perçue par le radar, qui fonctionne donc aussi en récepteur, avec une fréquence  $f_r = (1 + \frac{2v_0}{c})f_e$  où  $c$  est la célérité de la lumière.

Le terme  $v_0/c$  est petit devant 1, la fréquence  $f_r$  est assez proche de  $f_e$ . Pour mesurer la vitesse  $v_0$  on peut donc utiliser le principe de la détection synchrone. A la sortie d'un multiplieur on récupère  $s_M(t)$ , le produit des deux grandeurs d'entrée:  $s_e(t)$  émis par le radar (signal sinusoïdal de fréquence  $f_e$ ) et  $s_r(t)$  reçu par le radar (signal sinusoïdal de fréquence  $f_r$ ). On a donc  $s_M(t) = K s_e(t) s_r(t)$  où  $K = 0,1\text{ V}^{-1}$ .  $s_M(t)$  est envoyé à l'entrée d'un filtre et en sortie on récupère  $s(t)$  qui permet de mesurer  $v_0$ .



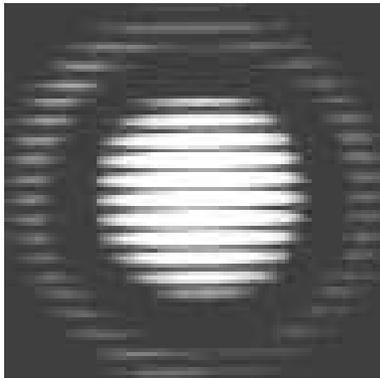
1. Représenter le spectre de  $s_M(t)$ .
2. Quelle doit être la nature du filtre pour que  $s(t)$  permette de mesurer  $v_0$ ? Préciser comment réaliser un tel filtre avec un circuit RLC série.
3. On mesure une fréquence de  $2,80 \cdot 10^3\text{ Hz}$  pour  $s(t)$ , en déduire  $v_0$  qu'on exprimera en  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Annexe - NOM:

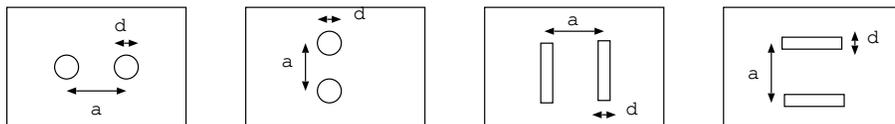
1- Expression de  $\delta(M)$  et  $i$ :

2- Expression de la largeur de la tache centrale de diffraction:

3- Exploitation de la photo:



3a- Choix du diaphragme:



3b- valeur numérique de  $i$ :

Valeur numérique de  $a$ :

3c- Valeur numérique de la largeur d'une ouverture:

