
LABORATOIRE 5

INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

But

Vérifier les lois de l'interférence et de la diffraction avec des microondes.

THÉORIE

Interférence

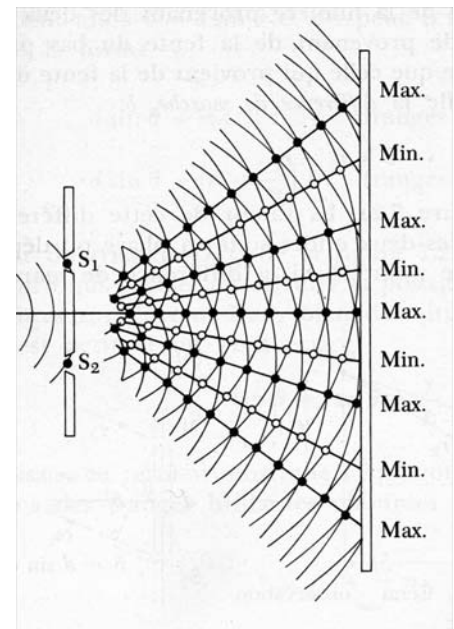
Lorsque des ondes traversent deux fentes, chaque fente agit comme une source et il se produit un phénomène d'interférence entre les deux ondes provenant de chaque fente.

La figure vous illustre le phénomène. Deux fentes distantes de d produiront, sur un écran, un modèle d'interférence classique où des régions où l'intensité est élevée alternent régulièrement avec des régions où l'intensité est nulle.

Les maximums d'intensité se produisent aux angles donnés par

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (1)$$

où d est la distance entre le centre des deux fentes et m est un entier (0,1,2,3,...). Cette formule est valide si la distance de l'écran est beaucoup plus grande que la distance entre les fentes.



5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

Diffraction

La diffraction est le nom donné à la déviation des ondes autour des bords d'un objet ou à travers des fentes étroites. L'onde subit alors une dispersion; elle est déviée dans toutes les directions, mais pas forcément avec la même intensité. Il y a même certaines directions pour lesquelles l'intensité est nulle. Dans le cas d'une fente, ces directions d'intensité nulle sont données par

$$a \sin \theta = n\lambda \quad (2)$$

où a est la largeur de la fente et n est un entier non nul (1,2,3,...). Cette formule est valide si la distance de l'écran est beaucoup plus grande que la largeur de la fente.

MÉTHODE UTILISÉE

Pour vérifier la formule des maximums de l'interférence, nous allons placer le détecteur en face de l'émetteur de microondes. Puis nous allons placer entre les deux une plaque de métal avec 2 fentes entre l'émetteur et le récepteur. En variant la position du récepteur, nous pourrions trouver les positions pour lesquelles nous obtenons un *maximum* d'intensité. Nous pourrions alors vérifier si ces positions correspondent bien avec les positions prévues par la théorie.

Pour vérifier la formule donnant les minimums de diffraction, nous allons placer le détecteur en face de l'émetteur de microondes. Puis nous allons placer entre les deux une plaque de métal avec une seule fente. On va déplacer ensuite le détecteur jusqu'à ce qu'on trouve les endroits où on obtient un *minimum* d'intensité. Nous pourrions alors vérifier si ces positions correspondent bien avec les positions prévues par la théorie.

APPAREILS

Montage à microondes

Fréquence : 10,54 Ghz \pm 1 %

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

MANIPULATIONS

Procédez comme au laboratoire 2. Pour ceux qui sont trop lâches pour tourner les pages du cahier, voici le texte intégral du laboratoire 2.

En premier lieu, il faut faire fonctionner l'appareil. Tout au long des manipulations que vous aurez à effectuer avec le montage à microondes, vous devez procéder avec la plus grande douceur : que ce soit en tournant le bouton de commande ou en déplaçant les diverses pièces composant le montage. Non seulement cela vous permettra une meilleure précision dans vos mesures, mais aussi une précaution nécessaire à la bonne marche des appareils.

Avant de brancher l'émetteur, vérifiez que le bouton de commande du potentiel de répulsion (repeller) est à sa position d'arrêt (Off).

Le montage se compose de plusieurs parties. Il y a tout d'abord l'émetteur de microondes. C'est l'appareil surmonté d'une lampe appelée le Klystron. Ce Klystron devient facilement très chaud, et d'autre part, c'est une pièce relativement fragile alors évitez donc d'y toucher sinon Tony va s'occuper de vous.

Il y a également le récepteur. C'est l'appareil muni d'un cadran de lecture. Le déplacement de l'aiguille permet de mesurer l'intensité de l'onde reçue par le récepteur. Dans la pratique, nous interpréterons la graduation du cadran comme une échelle arbitraire, et non comme représentant une valeur numérique précise. De toute façon, on va ne chercher que des maximums ou des minimums d'intensité, donc on se fout bien de l'échelle de ce cadran. Le bouton de Gain permet d'ailleurs de modifier l'échelle représentée par la graduation. Mettez toujours ce bouton à la position 3 avant de commencer la manipulation. Vous verrez plus loin dans quel cas il convient de modifier cette position.

Ces deux appareils seront toujours reliés à un disque gradué en degrés par l'intermédiaire de règles métalliques graduées en cm. Le tout est accompagné de divers accessoires qui servent à étudier le comportement de l'onde. Ces accessoires seront toujours montés sur de petits supports en caoutchouc prévus à cette fin.

Inutile d'apporter votre big mac pour le faire chauffer puisque l'appareil n'est pas assez puissant pour cuire les aliments. Une chance parce que, sinon, les étudiants ne seraient pas beaux à voir à la sortie de l'expérience.

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

Mise en marche et réglages

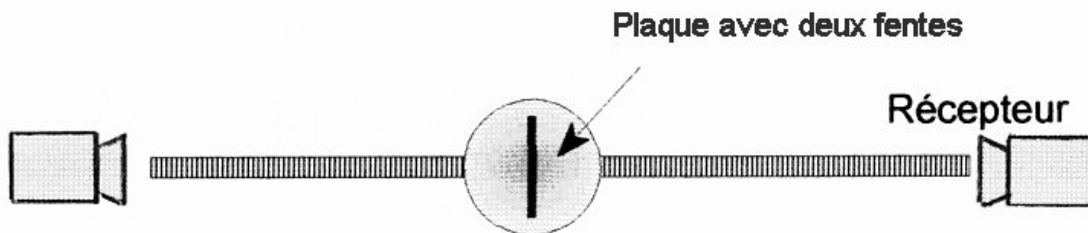
Le réglage de l'appareil se fait de la façon suivante :

- S'assurez tout d'abord que le réglage de l'émetteur est à off et que le gain du récepteur est à 3.
- Branchez l'émetteur et mettez-le en marche. Attendez deux minutes, le temps de permettre à l'appareil et au Klystron de se réchauffer.
- L'émetteur et le récepteur étant placés un en face de l'autre, à une cinquantaine de cm, tourner très lentement le bouton de l'émetteur, toujours dans le même sens (vers sa position maximum). Vous remarquerez alors que la lecture indiquée par le récepteur passe successivement par des valeurs maximales et minimales. Il s'agit pour vous de repérer pour quelle position du bouton de l'émetteur on obtient le maximum d'émission. Vous placerez alors le bouton à cette position. Cette position sera conservée tout au long de l'expérience. Vous aurez ainsi réglé l'émission.
- Pour avoir une bonne réception, considérez la lecture maximale obtenue sur le cadran du récepteur. Si elle est égale ou supérieure à 60, tout va bien, sinon elle est trop faible et vous ne pourrez probablement pas, dans votre expérience, observer valablement les variations d'intensité. Dans ce cas, vous devez augmenter le gain, c'est-à-dire le placer à une position supérieure à 3 de manière à obtenir une lecture maximale se situant entre 60 et 80.

Une fois le montage effectué, il ne faut normalement plus modifier la position des deux boutons. Nous pouvons maintenant nous attaquer aux mesures.

Interférence

- Effectuez le montage suivant



5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

- Faites d'abord une étude qualitative du phénomène. En déplaçant le récepteur vers la droite ou la gauche, observez les variations de l'intensité captée par le récepteur. Si le maximum des lectures est trop bas, augmenter légèrement le gain du récepteur.
- Nous allons maintenant mesurer la position des maximums. Trouver premièrement la position du maximum central qui devrait se trouver près de 0° .

Début du maximum central : _____ \pm _____.

Fin du maximum central : _____ \pm _____.

- En déplaçant ensuite le récepteur vers la droite, trouvez les positions pour lesquelles l'intensité est maximale. Notez les angles des maximums. Il n'y a pas nécessairement 5 maximums.

Tableau 1 : Maximum à droite pour l'interférence (coté avec θ entre 0° et 90°)

Maximum à droite	Angle min	Angle max
	degré	degré
	\pm .	\pm .
1		
2		
3		
4		
5		

- Recommencez cette procédure vers la gauche. Il n'y a pas nécessairement 5 maximums

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

Tableau 2 : Maximum à gauche pour l'interférence (coté avec θ entre 270° et 360°)

Maximum à gauche	Angle min	Angle max
	degré	degré
	\pm .	\pm .
1		
2		
3		
4		
5		

- Mesurez la distance entre les fentes, à partir du centre de chaque fente.

d : _____ \pm _____ .

Diffraction

- Gardez le même montage, mais remplacez la plaque avec deux fentes par la plaque avec une seule fente.
- Faites d'abord une étude qualitative du phénomène. En déplaçant le récepteur vers la droite ou la gauche, observez les variations de l'intensité captée par le récepteur. Si le maximum des lectures est trop bas, augmenter légèrement le gain du récepteur.
- Nous allons maintenant mesurer la position des minimums. En déplaçant le récepteur vers la droite, trouvez les positions pour lesquelles l'intensité est minimum. Notez ces angles dans le tableau suivant. Il n'y a pas nécessairement 5 minimums.

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

Tableau 3 : Minimum à droite pour la diffraction (coté avec θ entre 0° et 90°)

Minimum à droite	Angle min	Angle max
	degré	degré
	\pm .	\pm .
1		
2		
3		
4		
5		

- Recommencez cette procédure vers la gauche. Il n'y a pas nécessairement 5 minimums.

Tableau 4 : Minimum à gauche pour la diffraction (coté avec θ entre 270° et 360°)

Minimum à gauche	Angle min	Angle max
	degré	degré
	\pm .	\pm .
1		
2		
3		
4		
5		

- Mesurez la largeur de la fente.

a : _____ \pm _____ .

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

RÉSULTATS

- Donnez les angles minimum et maximum du maximum central pour l'interférence.
- Faites un tableau des angles (en degrés) des angles minimum et maximum des maximums à droite pour l'interférence (tableau identique au tableau 1)
- Faites un tableau des angles (en degrés) des angles minimum et maximum des maximums à gauche pour l'interférence (tableau identique au tableau 2)
- Donnez la distance entre les fentes (d)
- Faites un tableau des angles (en degrés) des angles minimum et maximum des minimums à droite pour la diffraction (tableau identique au tableau 3)
- Faites un tableau des angles (en degrés) des angles minimum et maximum des minimums à gauche pour la diffraction (tableau identique au tableau 4)
- Donnez la largeur de la fente (a)

CALCULS

Interférence

À partir d'ici, donnez la valeur en angles négatifs pour les angles entre 270° et 360° . Par exemple, 350° est -10° .

- Calculer l'angle du maximum central d'interférence à partir des valeurs des angles maximums et minimums.
- Calculer les angles des maximums d'interférence à partir des valeurs des angles maximums et minimums.
- On va maintenant corriger la position des vos maximums en fonction de la position du maximum central. Si l'angle de votre maximum central n'est pas 0° , cela signifie que la roulette avec les angles n'était pas centrée. On peut facilement trouver le véritable angle des maximums (θ'_{max}) en trouvant l'angle entre le maximum central et les maximums avec

$$\theta'_{max} = \theta_{max} - \theta_{max\ central}$$

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

- Calculer l'angle théorique des maximums à partir de la distance entre les fentes.

Diffraction

- Calculez l'angle théorique des minimums à partir de la largeur de la fente

Comme vous pouvez le constater, il n'y a pas de minimum de diffraction... S'il n'y a pas de minimum cela signifie qu'on aurait dû observer simplement une intensité qui diminue graduellement à mesure qu'on s'éloigne de 0° et qui n'atteint pas 0, même à 90° . Inutile donc de trouver la position exacte de vos minimums à partir des vos données comme on l'a fait pour les maximums d'interférence.

ANALYSE DES RÉSULTATS

Interférence

- Comparez les angles des maximums théoriques avec vos angles mesurés.

Diffraction

- Tenter d'expliquer pourquoi vous avez obtenu des minimums de diffraction alors qu'il ne devrait pas en avoir selon l'équation théorique.

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

RÉSULTATS

Noms des membres de l'équipe: _____

Interférence

Début du maximum central : _____ \pm _____.

Fin du maximum central : _____ \pm _____.

Maximum à droite	Angle min	Angle max
	degré	degré
	\pm .	\pm .
1		
2		
3		
4		
5		

Maximum à gauche	Angle min	Angle max
	degré	degré
	\pm .	\pm .
1		
2		
3		
4		
5		

Distance entre les fentes.

d : _____ \pm _____.

5 - INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

Diffraction

Minimum à droite	Angle max	Angle min
	degré	degré
	± .	± .
1		
2		
3		
4		
5		

Minimum à gauche	Angle max	Angle min
	degré	degré
	± .	± .
1		
2		
3		
4		
5		

Largeur de la fente a : _____