

TP 14 : Interférences en optique

Objectifs

- Se familiariser avec une expérience d'interférences à 2 ondes ou utilisant un réseau. Identifier les différents éléments étudiés en cours.
- Vérifier expérimentalement une loi théorique à l'aide de mesures individuelles : ici, la formule donnant l'interfrange pour les fentes d'Young.
- Vérifier expérimentalement une loi théorique à l'aide d'une régression linéaire : ici la formule des réseaux.

Attention : Vous allez manipuler avec un laser, qui émet un faisceau dangereux pour les yeux et pouvant causer des dégâts irréversibles.

- Enlever montres, lunettes ou autres objets réfléchissants.
- Lorsque le laser est allumé : toujours s'assurer qu'il pointe vers un écran.
- Ne jamais placer ses yeux à hauteur du laser : toujours regarder le montage de dessus.
- L'éteindre dès que les observations ou mesures sont terminées.

Liste du matériel à votre disposition

- Lasers (marque Didalab : 405 nm, 532 nm, 650 nm ; marque Jeulin : 532 nm, 635 nm).
- Fentes simples.
- Fentes doubles (3 écartements différents : 0.2, 0.3, 0.5 mm).
- Réseau 300 traits par millimètres (et autres).
- Écran avec papier millimétré.
- Règle, mètre.

I Interférences à deux ondes

On souhaite vérifier expérimentalement la validité de la formule donnant l'interfrange dans le montage simple des fentes d'Young (sans lentilles) :

$$i = \frac{\lambda_0 D}{a}.$$

Cette vérification permet ainsi de tester si la théorie de l'optique ondulatoire, et le modèle simple que l'on retient pour le dispositif des fentes d'Young, permettent bien d'expliquer les observations expérimentales d'interférence.

- 1.a** – Faire un montage pour observer les interférences produites par deux fentes. (►_{CR1,CR2} : Schéma du montage et des observations, en particulier reproduire ce que l'on observe sur l'écran en expliquant (i) ce qui est dû à la diffraction par une fente, (ii) ce qui est dû aux interférences, (iii) où est l'interfrange, et (iv) ce qui limite l'extension en hauteur de la figure.)
- 1.b** – **Côté expériences :** Avec le laser dont vous disposez, mesurer l'interfrange pour chacun des trois couples de fentes dont vous disposez. Ceci donne des valeurs i_{exp} . On donnera une incertitude (en expliquant d'où elle vient). On remarquera qu'il est plus précis de mesurer plusieurs interfranges et de diviser. (►_{CR3,CR4})
- 1.c** – **Côté théorie :** Pour chaque cas, calculer l'interfrange $i_{\text{théo}}$ prédit par la formule. On assortira cette valeur d'une incertitude, calculée selon la formule habituelle.
- ΔD est à estimer par vous-même, $\Delta \lambda_0 / \lambda_0$ est négligeable devant $\Delta D / D$, et le fabricant des fentes n'indique pas d'incertitude sur l'écartement a si ce n'est une régularité au μm près, donc on négligera $\Delta a / a$ également.
- 1.d** – Conclure sur la validité de la formule. (►_{CR6})

II Réseaux

II.1 Formule des réseaux

On passe maintenant à l'étude des réseaux. Vous disposez d'un réseau sur lequel est indiqué un certain nombre de traits par mm.

L'objectif est de vérifier expérimentalement la validité de la formule des réseaux

$$\sin \theta_p - \sin \theta_0 = p \frac{\lambda_0}{l}, \quad p \in \mathbb{Z},$$

(l est le pas du réseau).

Cette vérification permet ainsi de tester si la théorie de l'optique ondulatoire, et le modèle simple que l'on retient pour le dispositif du réseau, permettent bien d'expliquer les observations.

2.a – Faire un montage pour observer les interférences produites par ce réseau. (►_{CR1,CR2} : Schéma du montage et des observations, combien d'ordres observe-t-on ?)

2.b – On effectue maintenant des mesure pour tester la formule des réseaux. Nous allons pour cela prendre plusieurs points expérimentaux, et essayer d'effectuer une régression linéaire.

On se placera en incidence normale : $\theta_0 \simeq 0$. On fera bien attention à ce que le montage soit aligné, l'écran perpendiculaire à l'axe optique (pour éviter les erreurs de parallaxe), et le réseau également (pour bien avoir $\theta_0 = 0$).

Côté théorie : Définir judicieusement des grandeurs y et x , que l'on va pouvoir ensuite mesurer, qui suivent une loi du type $y = a_{\text{théo}}x + b_{\text{théo}}$. Donner les coefficients a et b théoriques.

Côté expérience : Faire les mesures nécessaires et tracer y en fonction de x . S'agit-il bien d'une droite comme le prédit la théorie ? Donner les valeurs de a_{exp} et b_{exp} .

Comparaisons : Comparer à la théorie. Commenter.

Déduire de a_{exp} le nombre de traits par mm (avec incertitudes). Comparer à la valeur indiquée sur la diapositive et conclure.

II.2 Minimum de déviation

On donne la formule donnant le minimum de déviation pour un ordre p fixé (voir TD pour les notations et un schéma) :

$$2 \sin \left(\frac{D_m}{2} \right) = p \frac{\lambda_0}{l},$$

avec l le pas du réseau et λ_0 la longueur d'onde dans le vide de la radiation incidente.

3.a – Visualiser à l'aide du montage, en regardant un ordre donné (le 3ème par exemple) et en faisant tourner le réseau, que la déviation passe bien par un minimum.

Mesurer l'angle correspondant au minimum.

En déduire, avec la formule ci-dessus, une valeur de l puis du nombre de traits par mm. Cette valeur est-elle celle attendue ?

Pour finir, on pourra se familiariser avec l'animation en ligne d'un réseau :

<http://physique-chimie.discip.ac-caen.fr/spip.php?article445>