

INTERFÉRENCE DE LA LUMIÈRE. LE BIPRISME DE FRESNEL.

1. Objectifs

- 1.1) mettre en évidence le phénomène d'interférence de la lumière
- 1.2) déterminer la longueur d'onde d'une radiation monochromatique.

2. Rappels théoriques

Le biprisme de Fresnel est un interféromètre qui divise spatialement le front d'onde incident pour faire interférer deux ondes secondaires mutuellement cohérentes. Il est constitué de deux prismes en verre identiques, accolés à leur base, de faible angle A (inférieur à 1°) et d'indice n . Pour une source ponctuelle assez rapprochée, la déviation $\alpha = i + i' - A$ peut être considérée constante, ce qui exige un prisme de petit angle, éclairé par un faisceau de faible ouverture.

Dans ces conditions, un faisceau lumineux est dévié d'un angle $\alpha = (n - 1)A$. L'image d'une source ponctuelle rapprochée S (fig. 1) émettant une onde sphérique est virtuelle; le faisceau émergent du prisme semble, après déviation, provenir de cette source virtuelle située sensiblement dans le même plan que la source réelle S .

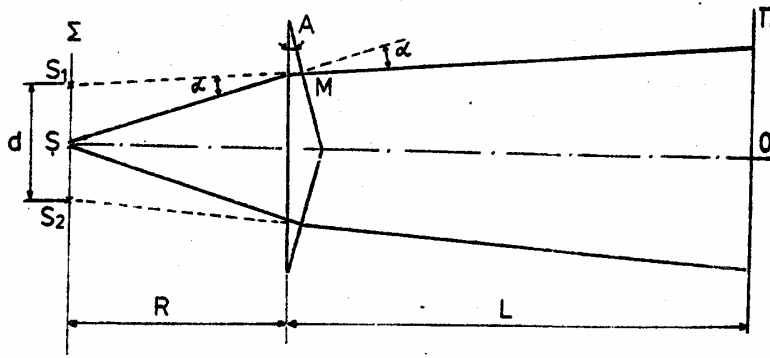


Figure 1

En conséquence, l'association de deux prismes engendre, à partir d'une source réelle située à une distance R de l'arête du biprisme, deux sources secondaires synchrones, symétriques par rapport au plan défini par S et l'arête du biprisme et distantes de d . Du triangle SS_1M on a:

$$\frac{d}{2} \approx R\alpha = R(n-1)A \quad (1)$$

Une onde sphérique divergente issue de S à l'entrée du biprisme, est transformée à sa sortie en deux ondes sphériques mutuellement cohérentes, semblant issues de S_1 et S_2 . Les deux faisceaux secondaires se recouvrent dans une zone commune où ils vont interférer (champ d'interférence). Si on a un écran d'observation à la distance L du prisme, sur cet écran on peut observer des franges d'interférence constructives (ou destructives) distantes de i

$$i = \frac{\lambda D}{d} \quad (2)$$

(voir "Le dispositif d'Young"), où

$$D = R + L \quad (3)$$

S'en servir des relations (1), (2) et (3) on trouve:

$$\lambda = \frac{2(n-1)ARi}{R+L} \quad (4)$$

3. Le montage expérimental (fig. 2)

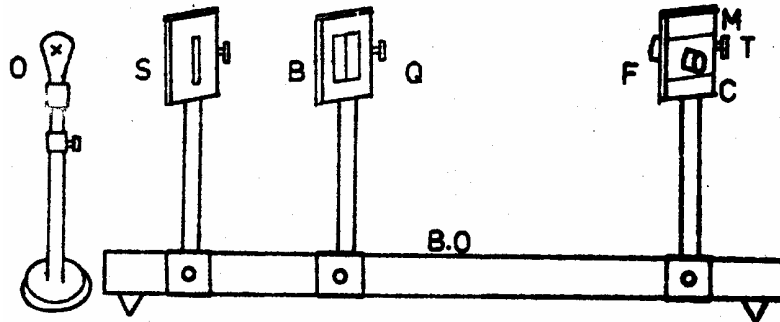


Figure 2

Sur un banc optique (BO) on trouve, sur les pieds porteurs réglables:

- un fente S, d'ouverture variable (qui est la source objet)
- un biprisme de Fresnel (B) d'indice $n = 1,5$
- un dispositif pour mesurer l'interfrange, composé d'une loupe C, d'un filtre monochromatique F, un vis micrométrique M (avec un tambour T) qui déplace un fil réticulaire sur l'image des franges d'interférence
- une ampoule O

4. Manipulation

- 4.1) Accoler les pieds porteurs de B et F et les placer le plus proche possible du S. L'ampoule et la fente sont distantes de 5 cm.
- 4.2) Positionner l'arête du biprisme, ainsi qu'elle soit verticale, parallèle et alignée à la fente.
- 4.3) Régler le dispositif à visualiser de manière à explorer le champ d'interférence.
- 4.4) Réduire lentement l'ouverture de la fente jusqu'à ce que on peut observer des franges claires.

4.5) Pour augmenter la précision de la mesure on peut élargir la figure d'interférence par éloigner lentement la loupe.

4.6) Pour déterminer l'interfrange, positionner le fil réticulaire sur l'une des franges obscures et noter l'indications x_1 (sur la règle) et y_1 (sur le tambour); déplacer le fil réticulaire sur N franges ($N \geq 5$) et noter les positions x_2 et y_2 .

4.7) Mesurer sur le banc optique les distances R et L .

4.8) Répéter 10 fois les opérations **4.6)**, en gardant les mêmes distances R et L .

4.9) Répéter les opérations **4.6)** pour des autres valeurs de R et L .

4.10) Introduire toutes les valeurs mesurées dans le tableau suivant

No.	R (mm)	L (mm)	x_1	y_1	N	x_2	y_2	I (mm)	i (mm)	λ (nm)	$\bar{\lambda}$ (nm)

5. Indication pour le traitement des résultats

5.1) Calculer la distance I pour les N franges:

$$I = |(0,5x_1 + 0,005y_1) - (0,5x_2 + 0,005y_2)| \quad (\text{mm})$$

5.2) Calculer l'interfrange $i = \frac{I}{N}$.

5.3) Avec (4), calculer la longueur d'onde.

5.4) Pour les même distances R et L , on peut calculer l'interfrange moyenne

$$\bar{i} = \frac{\sum_{i=1}^{10} i_k}{10}$$

et l'erreur

$$s_{\bar{i}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (i_k - \bar{i})^2}{10 \cdot 9}}.$$

Ainsi

$$\bar{\lambda} = \frac{2(n-1)AR}{R+L} \bar{i}; \quad s_{\bar{\lambda}} = \left(\frac{\partial \lambda}{\partial i} \right)_{\bar{i}} s_{\bar{i}} = \frac{2(n-1)AR}{R+L} s_{\bar{i}}$$

Le résultat final aura la forme:

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm s_{\bar{\lambda}}$$