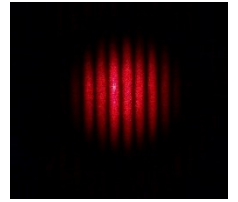


Forever Young !

En 1803, Thomas Young (physicien, mathématicien et médecin) fait passer un faisceau lumineux à travers deux fines fentes très proche taillés dans un cache placé à proximité d'un écran. Il observe sur cet écran une succession de raies sombres et brillantes : c'est la signature d'un phénomène d'interférences lumineuses.



Comment caractériser la figure d'interférence dans les cas des trous d'Young ?

Doc 1 : Longueur d'onde et milieu de propagation

Une radiation électromagnétique est caractérisée par sa longueur d'onde dans le vide λ_0 ou sa fréquence

$$f : \lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (1)$$

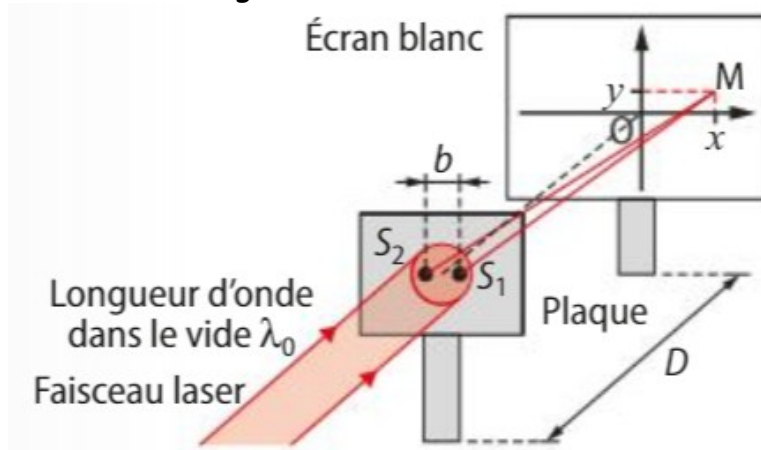
Lorsque l'onde se propage dans un milieu avec la célérité v , la longueur d'onde λ s'exprime alors par la

$$\text{relation : } \lambda = \frac{v}{f} \quad (2)$$

L'indice de réfraction n d'un milieu est défini par la relation $n = \frac{c}{v}$

En faisant le rapport de la relation (1) par la relation (2), il vient : $\frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{c}{v} = n$, soit $\lambda_0 = n \times \lambda$

Doc 2 : Expérience des trous d'Young.



Dans ce cas, la différence de marche optique, δ_{optique} est relié à la différence de marche δ :

$$\delta_{\text{optique}} = n_{\text{air}} \times S_2M - n_{\text{air}} \times S_1M = n_{\text{air}} \times (S_2M - S_1M) = n_{\text{air}} \times \delta.$$

Doc 3 : Chemin optique

Dans le cas d'un rayon parcourant la distance d_A dans un milieu transparent et homogène d'indice de réfraction n_A , le chemin optique L_A correspond à :

$$L_A = n_A \times d_A$$

Doc 4 : Interférence constructives et destructives

Deux ondes interfèrent de manière constructive si leur différence de marche δ est un multiple de la longueur d'onde dans le milieu de propagation : $\delta = k \times \lambda$, avec $k \in \mathbb{Z}$

Deux ondes interfèrent de manière destructive si leur différence de marche est un nombre impair de la demi-longueur d'onde dans le milieu de propagation. : $\delta = (2k + 1) \times \frac{\lambda}{2}$, avec $k \in \mathbb{Z}$

Doc 5 : Relation mathématique

On peut montrer mathématiquement la relation suivante, pour ε petit devant 1 :

$$(1 \pm \varepsilon)^n = 1 \pm n \times \varepsilon$$

Travail à effectuer.

1. Dans le cas où $D \gg b$ et en utilisant le doc. 2 et 5, exprimer la différence de marche $\delta = |S_1M - S_2M|$ en fonction de D , b et x , (la différence de marche étant indépendante de y).
2. En utilisant les différents documents, montrer que la condition d'interférences constructive peut s'écrire $\delta_{\text{optique}} = k \times \lambda_0$ et que la condition d'interférences destructives peut s'écrire $\delta_{\text{optique}} = (2k + 1) \times \frac{\lambda_0}{2}$
3. En exploitant le protocole donné et les relations établies à la question précédente, localiser les endroits les plus sombre de l'écran.
4. Faire un schéma légendé de la figure d'interférences en indiquant les valeurs de k .
5. L'interfrange i correspond à la distance qui sépare deux zones brillantes (ou sombres) consécutives. Établir l'expression de l'interfrange i en fonction de b , D , n_{air} et λ_0