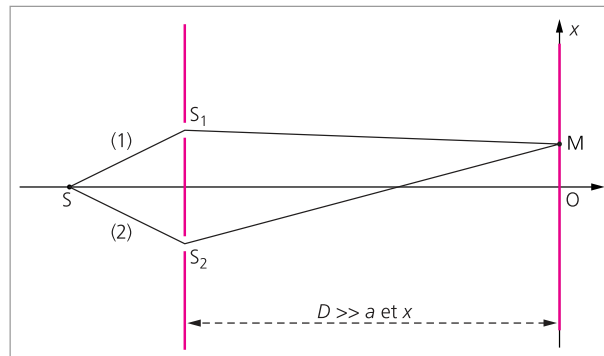


Travaux Dirigés des chapitres : 6.2 Superposition des ondes lumineuses et 6.3 Exemples de dispositif interférentiel par division du front d'onde : trous d'Young

Partie : 6 Optique ondulatoire

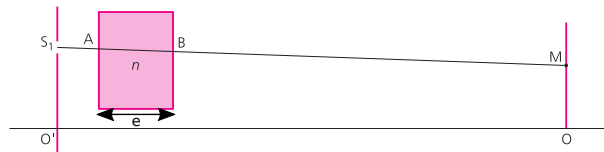
1 Trous de Young en présence d'une lame de verre

On considère un dispositif de trous de Young éclairé par une source monochromatique S émettant une onde monochromatique de longueur d'onde λ_0 . On pose $S_1S_2 = a$.



1. Calculer le déphasage $\Delta\Phi(x) = \Phi_2 - \Phi_1$ en un point M de l'écran repéré par sa position $(x, 0, 0)$.
2. En déduire l'expression de l'intensité $I(x)$. On calculera la position x_0 de la frange centrale (définie par $\Delta\Phi(x_0) = 0$).
3. Donner l'expression de l'interfrange i .

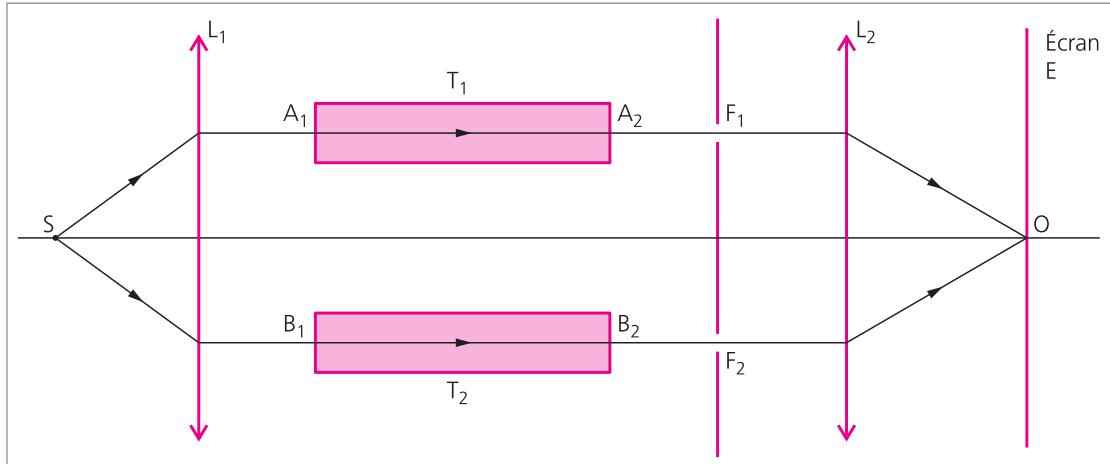
On interpose devant le trou S_1 une lame de verre d'indice n et d'épaisseur e .



4. En supposant que les rayons traversant la lame sont presque en incidence normale, déterminer le nouveau déphasage $\Delta\Phi'(x) = \Phi'_2 - \Phi'_1$ au point M de l'écran.
5. Comment la figure d'interférence est-elle modifiée ? Donner la nouvelle position x'_0 de la frange centrale.

2 Mesure de l'indice de l'air dans un montage différentiel des trous de Young

Soit le montage différentiel des trous de Young représenté sur la figure ci-dessous, où on remarquera que la source S est au foyer objet de la lentille L_1 et l'écran E est au foyer objet de la lentille L_2 .

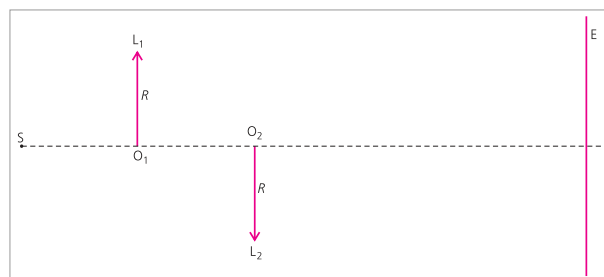


Entre les deux lentilles L_1 et L_2 sont disposés deux tubes T_1 et T_2 de longueur $L = 10$ cm. Lorsque ces tubes sont remplis d'air, on observe une frange brillante au centre O du champ d'interférence sur l'écran d'observation E. La source émet une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,546$ nm. On réalise progressivement le vide dans le tube T_1 . On voit alors 53 franges brillantes défilier lentement en O. À la fin du pompage, on observe une frange sombre.

1. Exprimer les chemins optiques δ_1 et δ_2 le long des rayons issus de S , traversant T_1 et T_2 et atteignant le point O de l'écran avant le pompage. Que vaut la différence de chemin optique entre ces deux rayons ?
2. Exprimer la différence de marche δ entre les deux chemins optiques après le pompage.
3. Quelles sont les positions x_0 et x'_0 des centres de la figure d'interférence sur l'écran ?
4. En déduire la valeur de l'indice n de l'air pour la radiation utilisée.

3 Bilentille de Meslin

Soit S une source ponctuelle de lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 ; soient L_1 et L_2 deux demi-lentilles convergentes de rayon R et de même distance focale f' , placées comme indiqué ci-dessous.



On admettra, sans le démontrer, qu'une onde lumineuse portée par un rayon passant par le foyer d'une lentille, subit un déphasage de $-\pi$.

1. Déterminer les images S_1 et S_2 de S par les lentilles L_1 et L_2 .
2. Déterminer le champ d'interférence sur l'écran.
3. Déterminer la différence de marche entre deux rayons qui interfèrent.
4. Qu'observe-t-on sur l'écran E placé à la distance D de la source S ? Déterminer le nombre de franges brillantes visibles dans le plan de l'écran E.

Données : $f' = 20$ cm ; $d = O_1O_2 = 10$ cm ; $R = 2$ cm ; $\lambda = 0,5$ μm ; $SO_1 = 30$ cm ; $D = 85$ cm.

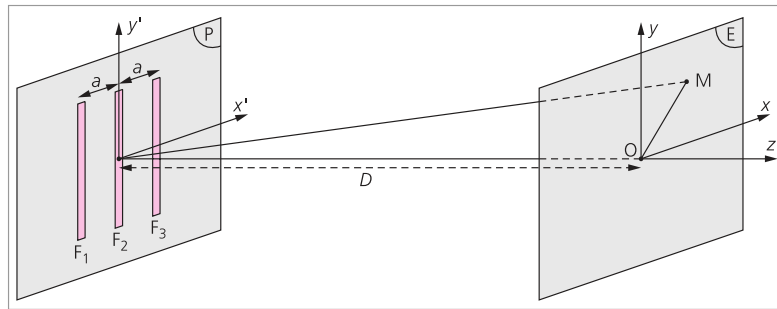
Relation de conjugaison : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$

4 Système interférentiel à trois fentes fines parallèles

On considère le système interférentiel suivant, constitué de trois fentes fines parallèles F_1 , F_2 et F_3 considérées comme infiniment fines et équidistantes ($F_1F_2 = F_2F_3 = a$).

Le système est éclairé par une source monochromatique. On observe les phénomènes d'interférence sur un écran parallèle au dispositif et situé à la distance D de celui-ci.

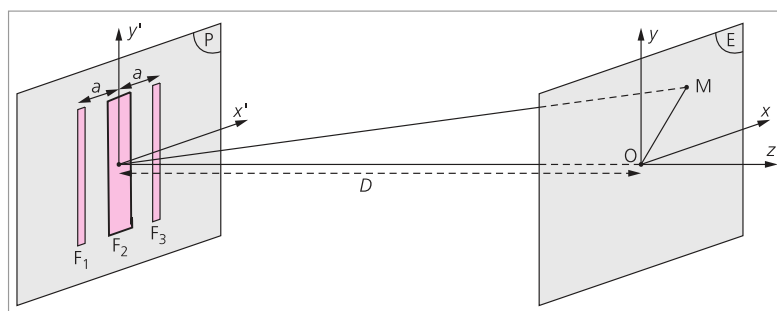
Soit O le point où la normale au dispositif interférentiel passant par F_2 coupe l'écran et M un point voisin de O . On admet que OM est très petit devant D .



1. (a) Donner l'expression du champ électrique résultant de la superposition, au point M , des ondes issues des trois fentes. En déduire l'intensité I au point M ; représenter graphiquement les variations de I en fonction de la différence de phase entre deux rayons issus de deux fentes consécutives.
 (b) Calculer le rapport des intensités des différents pics et la distance qui sépare les franges les plus brillantes.
2. On ferme la fente centrale F_2 . Exprimer l'intensité au point M et calculer l'interfrange i .

Données : $a = 0,30$ mm ; $D = 2,90$ m ; $\lambda = 500$ nm.

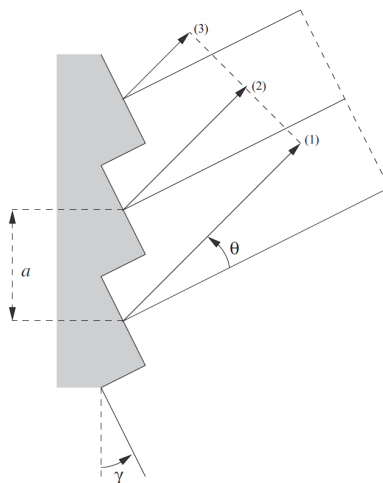
On suppose maintenant que la fente centrale est deux fois plus large que les deux autres. On admet que pour le calcul que cela implique que l'amplitude du champ électrique associé est deux fois plus grande aussi.



3. Calculer et représenter l'intensité I au point M

5 Réseau à échelettes

Le réseau à échelettes est un réseau par réflexion formé de facettes réfléchissantes éclairées ici sous incidence normale par un faisceau laser de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$. Les facettes sont inclinées d'un angle $\gamma = 0,464 \text{ rad}$ par rapport à la verticale et leurs centres sont distants de a . Chacune se comporte comme une pupille diffractante et diffuse la lumière dans toutes les directions. On fait l'observation à l'infini dans une direction faisant un angle θ avec la normale à la facette.



1. Déterminer la différence de marche δ entre les rayons réfléchis par deux facettes contiguës. En déduire le déphasage $\Delta\phi$.
2. On observe au total 12 pics de lumière. En déduire une estimation de la valeur de a .