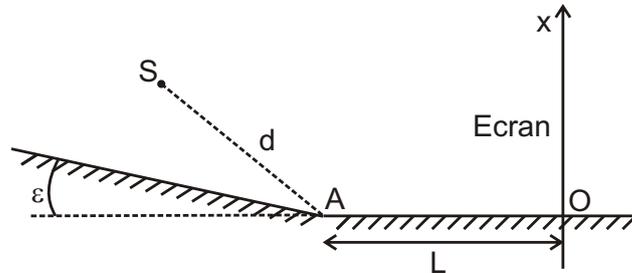


Optique - TD1 - Interférences

Exercice 1 - Miroirs de Fresnel

Le système interférentiel des miroirs de Fresnel est constitué de deux miroirs plans M_1 et M_2 , faisant entre eux un angle $\pi - \varepsilon$ légèrement inférieur à π ($\varepsilon \ll 1$). Ce système est éclairé par une source ponctuelle S située à une distance d de l'arête formée par les miroirs.



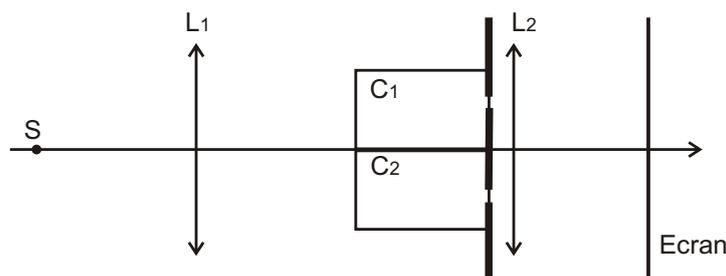
1. Tracer les faisceaux issus de S et qui se réfléchissent sur les miroirs. Ce système est-il à division d'amplitude ou division du front d'onde ?
2. Montrer que l'on peut formellement se ramener au dispositif des trous de Young. Que vaut la distance a entre les sources secondaires S_1 et S_2 en fonction des données du problème ? Déterminer la position de la frange centrale.
3. On peut élargir la source dans une direction sans perdre de contraste. Laquelle ?

Exercice 2 - Mesure de l'indice d'un gaz

On considère le montage des fentes de Young distantes de a représenté ci-dessous. S est au foyer de la lentille L_1 , l'écran est placé au foyer de la lentille L_2 . C_1 et C_2 sont deux cuves transparentes de même longueur intérieure ℓ et approximativement identiques (même épaisseur des faces). Initialement, les deux cuves sont remplies d'air dans les mêmes conditions de température et de pression.

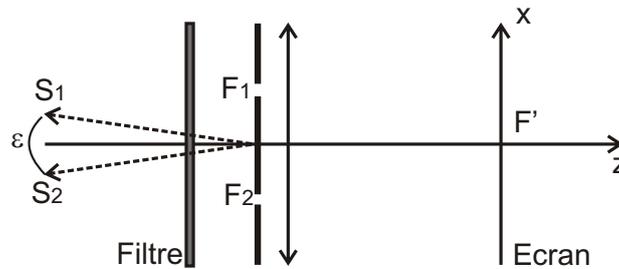
1. Tracer la marche des rayons lumineux issus de S interférant en un point M de l'écran. Exprimer la différence de marche en M .
2. On vide la cuve C_2 . On admet que l'indice du milieu diminue au cours de cette opération. Dans quel sens se déplacent les franges sur l'écran ?
3. On remplit C_2 avec du gaz ammoniac. Le déplacement total des franges (opération 1 + opération 2) est de 17 franges vers le bas. Déterminer la différence entre les indices de l'air et du gaz.

On donne $\ell = 10 \text{ cm}$ et $\lambda = 589 \text{ nm}$.



Exercice 3 - Mesure de l'écart angulaire d'une étoile double

On pointe un télescope, assimilé dans cet exercice à une lentille mince de distance focale f' , en direction d'une étoile double symétrique constituée de deux sources primaires incohérentes S_1 et S_2 situées à l'infini dans des directions symétriques par rapport à l'axe du télescope et faisant entre elles un angle ε . Un système de fentes de Young, très fines et espacées d'une distance a est placée devant le télescope ainsi qu'un filtre interférentiel permettant d'isoler une étroite bande de longueur d'onde centrée sur la longueur d'onde moyenne λ_o . L'écran d'observation est placé dans le plan focal image du télescope.



1. Établir l'expression de l'intensité sur l'axe ($F'x$) venant de chacune des étoiles. On note \mathcal{E}_o , l'éclairement observé lorsque l'une de des fentes est occultée, supposé uniforme.
2. Décrire ce que l'on observe sur l'écran. Montrer sans calculer l'éclairement total que la figure d'interférence est brouillée lorsque la distance entre les fentes prend des valeurs particulières $a_0, a_1, a_2 \dots$ (a_0 étant la plus faible).
3. Exprimer l'éclairement résultant des contributions des deux étoiles. Quel est le contraste de la figure de la figure d'interférence ? Retrouver le résultat de la question précédente.
4. Dans le cas de Capella, pour $\lambda_o = 635 \text{ nm}$, on trouve $a_o = 116,5 \text{ cm}$. En déduire la valeur de l'angle ε .

Exercice 4 - Source polychromatique

On reprend le dispositif des fentes d'Young. On suppose que la source n'est pas monochromatique mais quelle émet de façon uniforme dans un intervalle $\omega \in [\omega_o - \frac{\Delta\omega}{2}; \omega_o + \frac{\Delta\omega}{2}]$.

1. Exprimer l'intensité sur l'écran. On donne :

$$\sin(p) - \sin(q) = 2 \cos\left(\frac{p+q}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{p-q}{2}\right)$$

2. Donner l'expression du contraste. Commenter.

Exercice 5 - Trois trous d'Young

Trois trous d'Young S_1, S_2 et S_3 , distants de a , sont éclairés par une source ponctuelle S émettant une radiation monochromatique de longueur d'onde λ_o , placée au foyer principal objet d'une lentille convergente \mathcal{L}_1 . On observe les interférences à l'infini, c'est-à-dire en un point M dans le plan focal image d'une lentille convergente \mathcal{L}_2 de distance focale image f' .

1. Représenter le montage étudié sur un schéma. Tracer les rayons, issus de S , qui arrivent au même point M de l'écran après avoir traversé chacun des trois trous.
2. Évaluer la différence de marche $\delta_{1/2}(M)$ du rayon passant par S_1 par rapport au rayon passant par S_2 . Exprimer de même $\delta_{3/2}(M)$.
3. Les trois ondes qui interfèrent au point M sont-elles cohérentes ? En déduire l'intensité vibratoire observée sur l'écran et représenter ses variations en fonction de la position du point d'observation M .