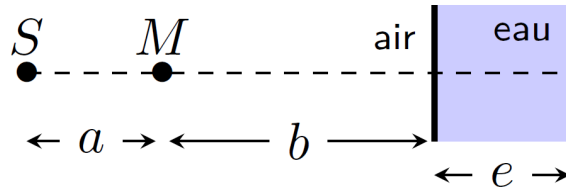


TD5 Interférences lumineuses

1 Travaux dirigés

1.1 Bulle de savon

On considère une bulle de savon éclairée par une source lumineuse S monochromatique de longueur d'onde λ . Localement, la bulle peut-être vue comme un film d'eau d'épaisseur e et d'indice optique n . Une partie de la lumière incidente est réfléchiée à l'interface air-eau puis une seconde partie est réfléchiée à l'interface eau-air. Lors de sa réflexion sur l'interface air-eau, on admet que l'onde subit un déphasage supplémentaire de π .



1. Quel est le parcours des deux ondes qui interfèrent en M après réflexion sur la bulle ? Schématiser.
2. Exprimer la différence de marche $\delta(M)$.
3. Exprimer le déphasage $\Delta\Phi(M)$.
4. Pour quelles longueurs d'ondes obtient-on des interférences constructives ? destructives ?
5. Pour $e = 0,25 \mu\text{m}$ et $n = 1,4$, calculer numériquement les longueurs d'onde du domaine du visible pour lesquelles les interférences sont constructives ou destructives. De quelle couleur apparaît la bulle ?

1.2 Interférences, contraste

On considère des interférences à deux ondes. L'intensité lumineuse sur l'écran est donnée par la formule de Fresnel :

$$I(M) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\phi(M)$$

On considère que les intensités I_1 et I_2 sont indépendantes du point M sur l'écran.

1. A quelle condition sur $\Delta\phi(M)$ a-t-on des interférences constructives ? Exprimer l'intensité I_{max} associée.
2. A quelle condition sur $\Delta\phi(M)$ a-t-on des interférences destructives ? Exprimer l'intensité I_{min} associée.
3. On appelle contraste de la figure d'interférences la grandeur définie par

$$C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

- Montrer que $0 \leq C \leq 1$.
- Donner son expression en fonction de I_1 et I_2 .
- Montrer que l'intensité lumineuse peut s'écrire

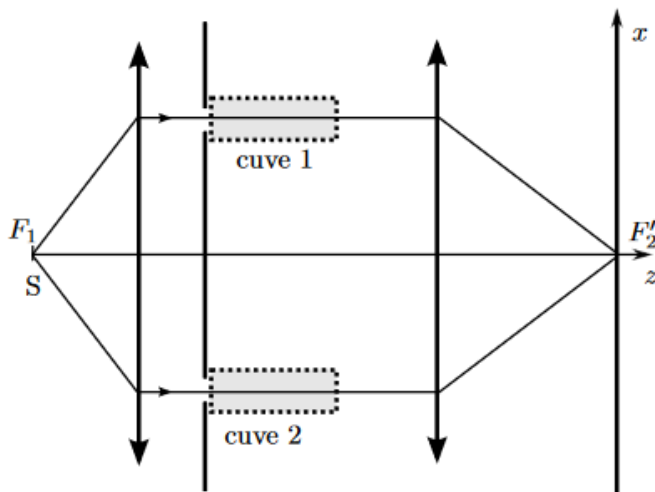
$$I(M) = (I_1 + I_2)(1 + C \cos(\Delta\phi))$$

Les interférences sont plus visibles lorsque le contraste est élevé.

4. Montrer que pour obtenir un contraste de 1, il faut que $I_1 = I_2$.
5. Donner alors l'expression simplifiée de l'intensité I , et tracer son allure $\Delta\Phi$.
6. Pour $I_1 = 2I_2$, quelle est la valeur du contraste ? Tracer l'allure de I en fonction de $\Delta\Phi$.

1.3 Mesure de l'indice d'un gaz

On considère le montage des trous d'Young ci-dessous. La source S est supposée monochromatique de longueur d'onde $\lambda_0 = 633 \text{ nm}$ et ponctuelle. Les lentilles sont utilisées dans les conditions de Gauss.



Les deux cuves sont identiques, de longueur $L = 10 \text{ cm}$. Elles sont initialement maintenues sous basse pression : l'indice y est supposé égal à 1 exactement. On remplit alors progressivement la cuve 2 avec un gaz, dont on veut déterminer l'indice de réfraction n_2 .

Au cours de ce remplissage de la cuve 2, on mesure en F_2' une succession de 231 maxima d'intensité.

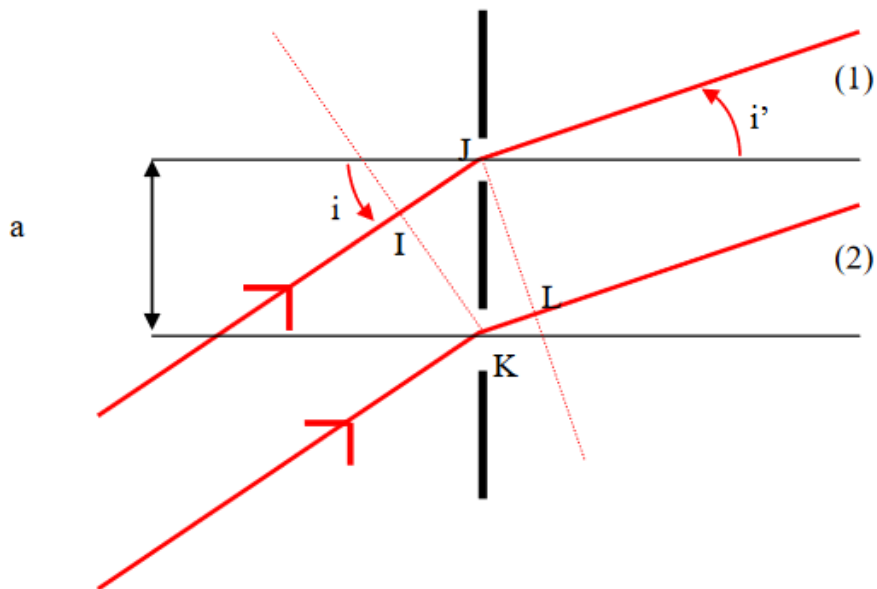
1. Dessiner les surfaces d'ondes issues de S , et jusqu'à l'entrée des cuves.
2. On imagine à présent que la lumière est issue du point image. Dessiner les surfaces d'onde jusqu'aux cuves.
3. Où se produit donc la différence de marche entre les deux rayons? La déterminer en fonction de n_2 et L
4. En déduire la valeur de $n_2 - 1$ en choisissant le nombre de chiffres significatifs adaptés.

2 Exercices de colle

2.1 Formule des réseaux

Un réseau de pas a est éclairé par une onde plane monochromatique de longueur d'onde λ dans la direction repérée par l'angle i , et on observe l'onde transmise à l'infini dans la direction repérée par l'angle i' .

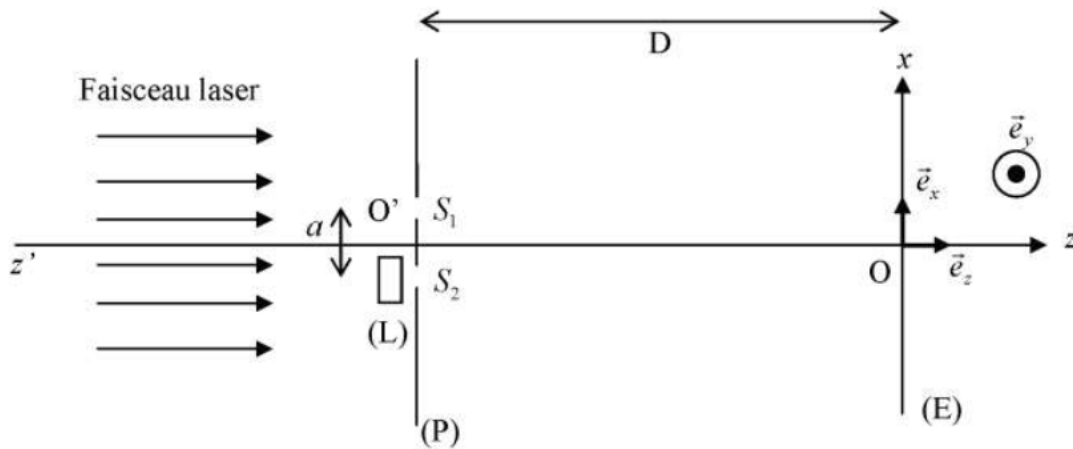
Ci-dessous le schéma pour 2 fentes consécutives.



1. Repérer la différence de marche sur le schéma.
2. Donner son expression en fonction de a , $\sin i$ et $\sin i'$.
3. A quelle condition observe-t-on des interférences constructives ? Il s'agit de la formule des réseaux. On introduira un entier m .
On considère un réseau de 300 traits par mm, éclairé sous l'incidence $i = 30^\circ$ par une lampe spectrale au mercure comportant notamment une raie verte à 546 nm et un doublet jaune autour de 578 nm.
4. Dans quelles directions i' sont observées les raies transmises pour l'ordre 1 ? pour l'ordre 2 ?

2.2 Trous d'Young

On éclaire deux trous avec un laser de longueur d'onde λ , en incidence normale. Une lame de verre d'indice n et d'épaisseur e est placée devant l'un des trous.



1. Placer un point M d'abscisse x sur l'écran et dessiner la suite des rayons lumineux qui interfèrent en M.
2. Repérer la différence de marche sur la figure et l'exprimer en fonction de n , e , a , x , D .
3. La simplifier dans l'hypothèse où D est très grande devant x et a .
4. Enoncer la condition d'interférences constructives, et calculer la position des franges brillantes en fonction d'un entier m .
5. En déduire l'expression de l'interfrange i et la position de la frange d'ordre 0.
6. Quel est l'effet de la lame de verre sur le système de franges ?