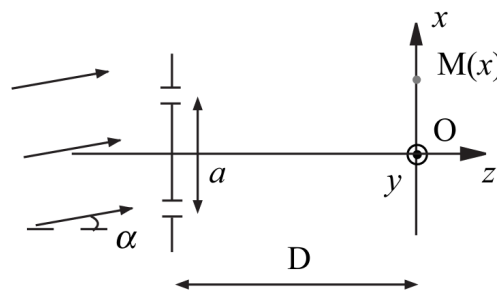


TD EM 9 Interférences lumineuses (complément)

1 Éclairage oblique

Un laser, de longueur d'onde dans le vide λ , émet un faisceau lumineux cylindrique incliné d'un angle $\alpha \ll 1$ rad par rapport à l'axe Oz . Il éclaire entièrement et de manière uniforme les deux ouvertures de faibles dimensions et distantes de a . Cette distance a est très petite par rapport à la distance d'observation D , et le point M est proche du point O . On peut considérer que a, x, y sont très petits devant D .

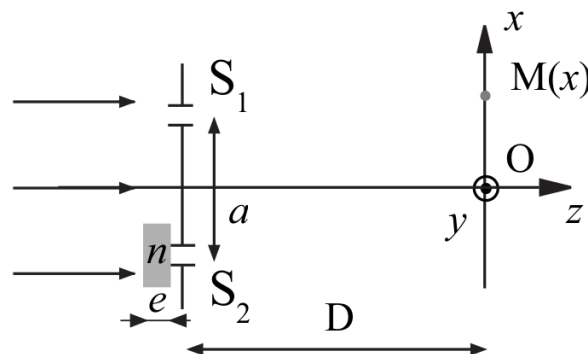
1. Calculer la différence de chemin optique $\delta(M)$ au point M entre les rayons issus de chacune des ouvertures en fonction de α, a, x et D .
2. En déduire, l'expression de l'intensité lumineuse $I(M)$ et représenter graphiquement $I(x)$.
3. Déterminer la position de la frange d'ordre 0. Dans quel sens se déplace la figure d'interférences en fonction de α ?



2 lame à faces parallèles

Un laser, de longueur d'onde dans le vide λ , émet un faisceau lumineux cylindrique d'axe Oz . Il éclaire entièrement et de manière uniforme les deux ouvertures de faibles dimensions et distantes de a . Cette distance est très petite par rapport à la distance d'observation D , et le point M est proche du point O . On peut considérer que a, x, y sont très petits devant D . Devant l'un des trous, on ajoute devant une petite lame à faces parallèles, d'épaisseur e et d'indice n

1. Calculer la différence de chemin optique $\delta(M)$ au point M entre les rayons issus de chacune des ouvertures en fonction de n, e, a, x et D .
2. En déduire l'expression de l'intensité lumineuse $I(M)$ et représenter graphiquement $I(x)$.
3. Déterminer la position de la frange d'ordre 0. Dans quel sens se déplace la figure d'interférences si l'on enlève la lame de verre ?

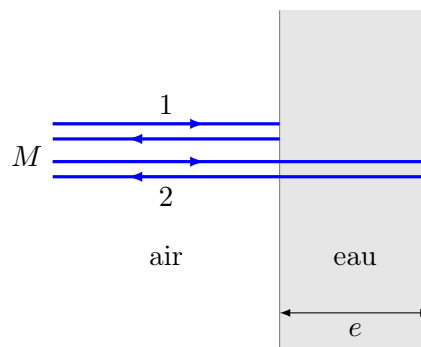


3 Interférence sur une bulle de savon

Une bulle de savon est assimilée localement à une lame à faces parallèles d'épaisseur e et d'indice n tels que $ne = 2,25 \mu\text{m}$. La lame est éclairée sous incidence normale par une source monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ_0 . Une partie de cette onde incidente est directement réfléchiée par la première interface tandis que l'autre, d'amplitude sensiblement égale, la traverse puis vient se réfléchir sur la seconde interface pour revenir vers M . On peut montrer que l'on peut limiter l'étude à l'interférence entre ces deux ondes.

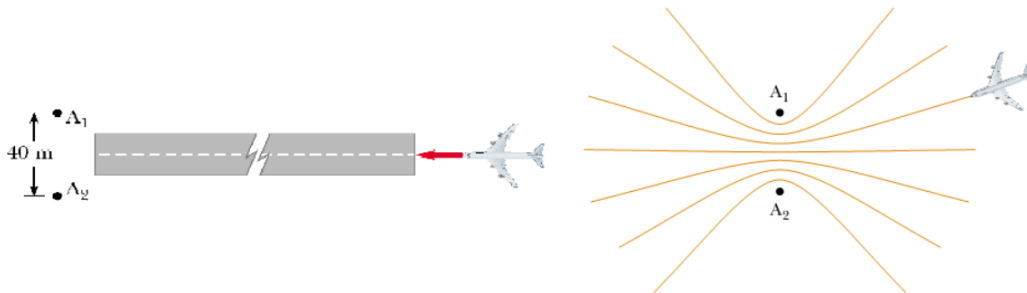
On admet qu'au cours de sa réflexion sur l'interface air-eau l'onde 1 subit un déphasage de π supplémentaire équivalent à l'ajout de $\lambda_0/2$ pour le chemin optique (l'onde 2 ne subit pas ce déphasage à la réflexion sur l'interface eau-air).

1. Exprimer la différence de marche $\delta(M)$, le déphasage $\Delta\varphi(M)$ existant en M entre les 2 ondes ainsi que l'ordre d'interférence $p(M)$.
2. Trouver la condition sur la longueur d'onde λ_0 pour que la lumière totale réfléchiée par la bulle ait une intensité nulle.
3. On éclaire la bulle sous incidence normale par une lumière blanche et on observe en réflexion. Déterminer les longueurs d'onde, appartenant au domaine visible, qui ne seront pas détectées par un observateur situé en M . Tracer l'allure qualitative du spectre observé dans le domaine visible.



4 Aide à l'atterrissage ★ ★ ★

En cas de faible visibilité, un système d'aide à l'atterrissage peut être décrit par les interférences. Un pilote essaye d'aligner son avion avec la piste d'atterrissage (voir figure). Deux antennes radio A_1 et A_2 sont positionnées de chaque côté de la piste, séparées de 40,0 m. Les antennes émettent des ondes radio cohérentes de fréquence 30,0 MHz.



Si le pilote se fixe sur le maximum du signal reçu et qu'il se situe sur le maximum central, l'atterrissage se passera sans encombre.

Si le pilote s'est fixé sur le premier maximum non central, alors que l'avion se trouve à 2,00 km des antennes (voir figure), à quelle distance latérale de la piste se trouve-t-il ?

On suppose que le problème peut se traiter à deux dimensions.

Donnée utile : en première approximation, pour $\varepsilon \ll 1$: $\sqrt{1 + \varepsilon^2} \simeq 1 + \frac{\varepsilon^2}{2}$

Indications : plusieurs méthodes sont envisageables.

- ▷ Introduire un repère orthonormé dans lequel on calcule $A_1M - A_2M$ en utilisant la formule simplificatrice fournie.
- ▷ Faire une résolution numérique de l'équation obtenue, à l'aide d'une calculatrice ou d'un logiciel adapté.