

Interférences, diffraction et spectroscopie : examen session n°2

Feuille recto-verso A4 de résumé PERMISE,
tout autre document INTERDIT,
calculatrice AUTORISÉE.

durée 2h

N° d'ANONYMAT : _____

10/06/2011

1 Dioptrisme entre deux milieux

Soit un rayon lumineux se propageant dans un milieu d'indice n_1 et arrivant à l'interface avec un milieu n_2 . Tracez qualitativement le rayon réfléchi et réfracté dans le cas $n_1 > n_2$ et $n_1 < n_2$. Dans quel cas peut-il y avoir réflexion totale sur l'interface ? Quel est alors la valeur de l'angle critique à partir duquel il y a réflexion totale ?

2 Polarisation de deux ondes superposées

Deux ondes polarisées linéairement $\vec{E}_1(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t)\vec{e}_z$ et $\vec{E}_2(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t + \phi)\vec{e}_y$ se propagent le long de l'axe x positif. L'amplitude E_0 est réelle. On considère la superposition de leurs champs électriques.

- Calculez la somme des deux ondes pour les deux cas $\phi = 0$ et $\phi = \pi$.
- Quel est l'état de polarisation de la résultante pour les deux cas $\phi = 0$ et $\phi = \pi$?
- Quel est l'angle du champ électrique de la résultante par rapport à l'axe z au point $x = 0$ et au moment $t = 0$ dans les deux cas $\phi = 0$ et $\phi = \pi$?
- Quel est l'état de polarisation de la résultante pour $\phi = +\frac{\pi}{2}$. Et pour $\phi = -\frac{\pi}{2}$? Comment produit-on de telles ondes à partir d'une onde polarisée linéairement ?

3 Cohérence spatiale

Alors que la cohérence temporelle intervient lorsqu'on observe des sources de lumière non monochromatique, la cohérence spatiale intervient lorsqu'on observe des sources non ponctuelles. Ainsi en 1920, lors d'une observation avec le télescope de 2,50m du Mont Wilson, Michelson et Pease ont mesuré pour la première fois le diamètre angulaire d'une étoile autre que le soleil : il s'agissait de l'étoile Bételgeuse dans la constellation d'Orion (0,05 seconde d'arc). Leur expérience pourrait être schématisée comme suit. Une paire de trous d'Young minuscule distants de h forment des franges sur un écran plat situé à une grande distance D (voir la figure).

- Les trous d'Young sont éclairés à l'incidence normale par une lumière monochromatique de la longueur d'onde λ . Écrire l'intensité des franges d'interférences en un point P de l'écran et la mettre sous la forme :

$$I = 2I_0(1 + \cos \phi)$$

où ϕ sera exprimé en fonction de $\sigma_\alpha = \frac{y}{\lambda}$.

- Les trous sont éclairés par une onde plane faisant un angle α_0 avec la normale au plan des trous. Écrire la nouvelle intensité sur l'écran.

« Tournez, s'il vous plaît. »

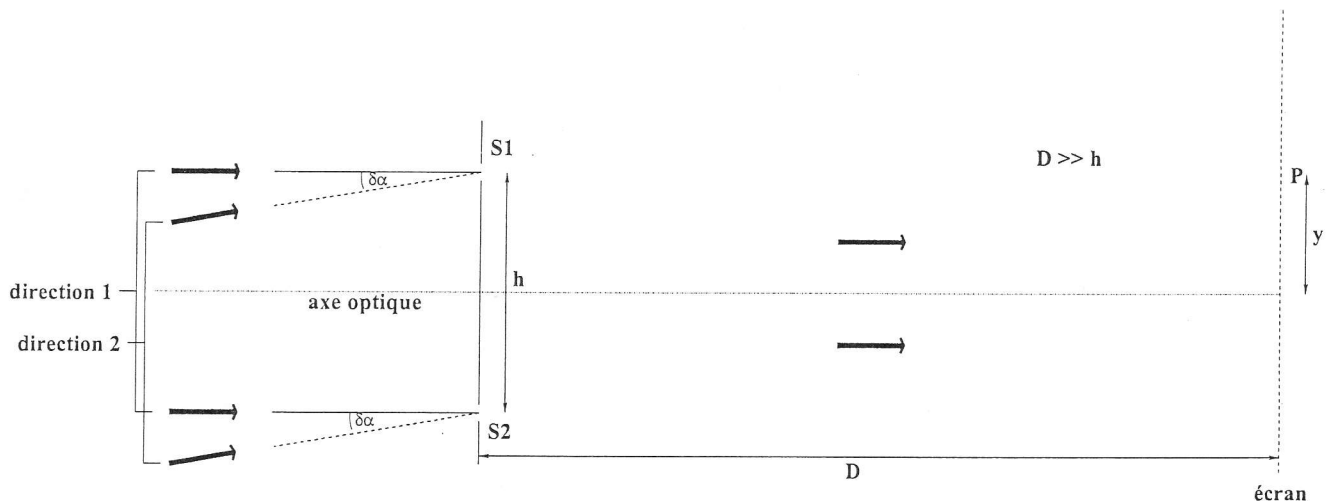


FIG. 1 – Schéma simplifié d'un interféromètre de Michelson utilisé pour mesurer le diamètre angulaire d'une étoile.

- c) Les trous sont éclairés avec deux ondes monochromatiques de même longueur d'onde mais incohérentes entre elles et arrivant avec une incidence $\alpha_1 = \alpha_0 - \frac{\delta\alpha}{2}$ et $\alpha_2 = \alpha_0 + \frac{\delta\alpha}{2}$. Écrire l'intensité sous la forme :

$$I = 2I_0(1 + C \cos \phi)$$

- d) Application : l'interféromètre I2T de l'Observatoire de la Côte d'Azur couple deux petits télescopes de 25 cm séparés par une distance pouvant aller jusqu'à 150 m. Tracer le contraste des franges d'interférences en fonction de σ_α si l'interféromètre observe une étoile résolue. En déduire une méthode permettant la mesure du diamètre angulaire des étoiles à partir de l'observation des franges. Quel est le plus petit diamètre observable par l'I2T ?