

LP 34: Interférométrie à division d'amplitude

Avril 2021

Niveau : Deuxième année de CPGE

Bibliographie :

- H-prépa, Optique ondulatoire, 2004
- Tout-en-un, PC/PC*, Dunod
- http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/cplt_localisation.pdf
- <https://www.geogebra.org/m/Z8uYWzh4>
- <http://anim.institutoptique.fr/Young/>
- Physique expérimentale, A. Le Diffon et al

Introduction

On a pu étudier le phénomène d'interférence avec des sources ponctuelles et le système des trous d'Young. Mais si on augmente la largeur de la source, on a des problèmes de cohérence spatiale et on se retrouve avec un brouillage.

<http://anim.institutoptique.fr/Young/>

On se base sur l'interféromètre de Michelson.

1 Théorème de localisation

1.1 Cohérence spatiale

Une source large est modélisée par une assemblée de sources ponctuelles incohérentes entre elles. http://www.etienne-thibierge.fr/agreg/cplt_localisation.pdf Les intensités de chaque points sources s'ajoutent au point considéré des interférences.

On perd donc en contraste. On parle de **cohérence spatiale de la source**.

Transition : On cherche pour certains dispositifs à avoir des points M privilégiés pour lesquels la différence de marche dépendrait peu de S pour que le brouillage soit évité lors de l'élargissement de la source.

1.2 Théorème de localisation

Schéma de l'interféromètre et des u_1 et u_2

Attention il manque un signe $-$ dans le H-prépa pour $SA_1 - S_0A_1 = -\vec{u}_1 \cdot \vec{S_0S}$

On en déduit qu'on doit avoir $\vec{u}_1 = \vec{u}_2$ pour satisfaire ce que l'on cherche. Pour réaliser cette contrainte soit on a une contrainte sur la source (élargissement se fait orthogonalement aux rayons qui interfèrent). Ou alors contrainte sur l'interféromètre car les rayons qui interfèrent doivent provenir du même rayon incident.

Pour des dispositifs à division d'amplitude, on peut observer des interférences lumineuses contrastées, localisées au voisinage des points où les rayons qui interfèrent sont issus du même rayon entrant dans l'interféromètre.

Rq : Pour $\vec{u}_1 \neq \vec{u}_2$ on parle d'interféromètre à division de front d'onde comme les fentes d'Young.

Transition : On va donc voir l'interféromètre de Michelson qui est justement fait pour fonctionner en lumière étendue

2 Présentation de l'interféromètre de Michelson

[Tout-en-un, Dunod]

Schéma du dispositif sur diapo

Explication des différents composants, de la manière dont on peut les déplacer ce qui fait qu'on a la division d'amplitude (lame séparatrice).

Explication des 2 voies.

Compensatrice

Schéma équivalent pour calcul de différence de marche.

Il existe deux modes de fonctionnement au Michelson, on va étudier les deux.

3 Configuration en lame d'air

3.1 Figure d'interférence et localisation

[Photo des anneaux](#)

Les franges sont localisées à l'infini. [H-prépa p.86] Pour observer les anneaux, on les regarde donc dans le plan focal image d'une lentille convergente.

On veut éclairer avec beaucoup d'angle d'incidence i , pour cela on éclaire avec une lumière étendue c'est pour ça qu'on met un condenseur.

3.2 Différence de marche

[Avec le schéma équivalent](#)

Calcul fait dans [H-prépa, p.89] et explication de la dénomination : frange d'égale inclinaison.

L'expression de $\delta(S, M)$ ne dépend que de i (donc de M), ni de S . Pour la lame à faces parallèles, le problème de brouillage accompagnant en général l'élargissement de la source lumineuse est totalement résolu dans le cas de l'observation à l'infini car $\delta(S, M) = \delta(i) = \delta(M)$ ne dépend pas du point source S .

3.3 Application au doublet du sodium

[Physique expérimentale, p.218] On veut résoudre le doublet du sodium avec une bonne précision.

Les deux raies sont incohérentes entre elles, elles créent chacune leur propre système d'anneaux.

On écrit l'intensité totale. On a apparition d'un terme de contraste qui est devant le cosinus.

Lorsque e est tel que le terme de contraste est nul, on a une antioïncidence. On peut donc en mesurant la différence de e entre deux antioïncidence remonter à la valeur du doublet du sodium.

[On peut ici faire l'expérience](#)

4 Configuration en Coin d'air

4.1 Figure d'interférence et localisation des franges

[Photo des franges](#) : frange d'égale épaisseur

Explication de la configuration (les deux miroirs ne sont pas perpendiculaires).

[Site E.Thibierge] Un interféromètre de Michelson réglé en configuration coin d'air et éclairé par une source étendue donne lieu à des interférences localisées sur le plan du miroirs.

En fait, elles sont localisées à cet endroit là car c'est l'endroit où les rayons se croisent. C'est le seul endroit où il n'y a que les rayons venant du même rayon incident qui interfèrent à pas les autres.

[H-prépa]

Pour voir les franges, on met une lentille à la sortie de l'interféromètre pour projeter l'image des franges sur un écran.

Une autre possibilité est de regarder les miroirs directement avec l'oeil et d'accommoder.

4.2 Différence de marche

Peut-être le faire sur diapo [H-prépa] Schéma équivalent sur diapo

$\delta(S, M) = 2e$ avec e l'épaisseur du coin d'air.

Une frange est associée à une épaisseur donnée.

4.3 Application : mesure d'indice d'un gaz

[Tout-en-un, Dunod, exercice 23.3p792] La variation de la différence de marche est : $2(n - n_0)l$ avec l la longueur de la cuve de gaz. [http://www.etienne-thibierge.fr/cours_optique_2021/23_div-amplitude_td-corrige.pdf, ex 6]

Conclusion

L'intérêt de cet interféromètre c'est de s'affranchir de la cohérence spatiale de la source.

Il existe d'autres interféromètres à division d'amplitude tel que le Mac-zender ou le fabry perrot (ce dernier permet de directement résoudre le doublet du sodium)