

Titre : LP18 : interférométrie à division d'amplitude

Présentée par : Filippo Chiodi

Rapport écrit par : Frédéric Assémat

Correcteur : Agnès Maître

Date : 20/10/2020

Bibliographie		
Titre	Auteurs	Éditeur
Optique expérimentale	Sextant	Hermann
Optique – Une approche expérimentale et pratique	Sylvain Houard	De Boeck
Notes de cours	Agnès Maître	
Notes de cours	Clément Sayrin	
Tout en un		Dunod

Plan détaillé

(indiquer parties, sous-parties, 1 ou 2 phrases d'explications par sous-partie, et références)

Niveau choisi pour la leçon : L2/L3

Pré-requis : interférence à 2 ondes

Total : 50'40

Introduction (1'41)

Deux types d'interférences : division de front d'onde (fentes d'Young) / division d'amplitude (lame d'air)

I. Généralités (8'36)

1) Nécessité de l'interférence à division d'amplitude (3'30)

Figure obtenue avec fentes d'Young limitée par la taille de la source (cohérence spatiale). La cohérence spatiale limite la taille des fentes pour un tel dispositif à fentes d'Young. Un compromis doit alors être trouvé entre la luminosité et le contraste. Les interféromètres à division d'amplitude permettent d'utiliser des fentes larges spatialement. Cependant les franges d'interférences sont alors localisées.

2) lame d'air (5'06)

Schéma lame d'air. Différence de marche donnée sans calcul. D'où franges d'interférences à l'infini. On place donc une lentille et on regarde dans le plan focal objet

Même schéma cette fois pour une source élargie. Tous les rayons qui arrivent avec la même incidence vont interférer constructivement au même point dans le plan focal image. On observe donc des anneaux.

On obtient donc une figure plus lumineuse que dans le cas des fentes d'Young car on peut avoir une source élargie.

II. Michelson (35'14)

1) interférences (6'44)

Principe du Michelson expliqué sur slide.

Au tableau : M_1/M_2 . En dépliant le Michelson on retombe sur schéma de la lame d'air du paragraphe précédent. Donc anneaux à l'infini.

Angle entre M_1 et M_2 . Coin d'air. Figure d'interférence localisée sur les miroirs (franges).

2) Etude spectroscopique du doublet du sodium (23'00)

Figure d'interférence pour deux longueurs d'ondes différentes λ_1 et λ_2 . Calcul complet fait au tableau en sommant les intensités associées à chaque longueur d'onde.

Donne à la fin :

$$I_{tot} = 2I_0 \left[1 + \cos \frac{2\pi\delta}{\lambda_0} \cos \frac{2\pi\delta\Delta\lambda}{\lambda_0^2} \right]$$

Graphes $I_{tot} = f(\delta)$ associés.

Points d'anticoïncidence tels que le contraste des franges s'annule. Calcul de l'intervalle entre deux points d'anticoïncidence.

Expérience réalisée en classe. Chariotage pour trouver deux positions successives de contraste nul puis calcul de $\Delta\lambda$ à partir de ces positions.

3) Source polychromatique (5'40)

Sur slide : $I = f(\delta)$ dans le cas du Michelson en lame d'air pour plusieurs types de sources : monochromatique, deux longueurs d'onde, polychromatique avec un spectre élargi continu. Introduction de la longueur de cohérence temporelle. Notion de paquets d'onde.

Questions posées par l'enseignant (avec réponses)

(l'étudiant liste les questions posées, ainsi que les réponses données par l'enseignant. Si certaines réponses manquent, l'enseignant pourra compléter le document)

Rappeler les spécificités et les avantages des deux types d'interféromètres (division d'amplitude et de front d'onde). **Front d'onde : interférences non localisées mais nécessite une source ponctuelle (ou considérée comme ponctuelle du point de vue de la cohérence spatiale). Division d'amplitude : plus de puissance car on peut avoir une source étendue mais en échange on a des interférences localisées.**

Puis dans le détail : Qu'est ce qu'on appelle localisation des franges ? Lien entre localisation et est ce qu'on est en division de front d'onde/d'amplitude ? Dans le cas de la lame d'air, si on ne se met pas à l'infini est ce qu'on voit des franges ? **Oui, si source ponctuelle ; non si source étendue car chaque point de la source va faire son réseau d'interférences et ils vont se brouiller ensemble. Ce n'est pas parce que des rayons se croisent qu'on a des franges.**

Tracer les rayons qui interfèrent en coin d'air pour une source ponctuelle et pour une source élargie. **Souvent les bouquins prennent une source parallèle, le calcul rigoureux se trouve dans un vieux Dunod PC/PCSI qui justifie la surface de localisation des franges.**

Faire le calcul de la différence de marche en lame d'air.

Question sur le montage : les interférences paraissent décalées.

Précision demandée sur la compensatrice : à quel moment est-elle vraiment utile ? **En lumière blanche car on a alors plein de $n(\lambda)$ différents car plein de λ différents. Il faut donc que le nombre de traversées de lame soit strictement le même pour les chemins optiques des deux bras de l'interféromètre**

Connaissez-vous d'autres types d'interféromètres et quel est leur intérêt ? **Fabry-Pérot : interférences à N ondes, pics très fins.**

Justification des choix pédagogiques.

Commentaires lors de la correction de la leçon

*(l'étudiant note les commentaires relatifs au contenu de la leçon : niveau, sujets abordés, enchaînement, réponses aux questions, etc. **L'enseignant** relit, et rectifie si besoin)*

De la part des élèves : pas assez de choses écrites au tableau, problème dans la gestion du temps.

De la part d'A. Maître : Dans l'ensemble pas mal, c'est bien de traiter le Michelson. Pas d'accord avec la fin du plan et l'introduction de la cohérence temporelle, qui n'a pas grand-chose à voir avec l'interférence à division d'amplitude. Par contre si on avait parlé d'OCT (tomographie), ça peut être intéressant d'aborder des problèmes de longueur de cohérence dans ce cadre là. Mieux vaut finir sur OCT que sur longueur de cohérence. Attention au positionnement, bien se mettre de face, ne pas regarder que l'écran. Ne pas écrire LP33 dans les prérequis mais le contenu.

Type de source + localisation des franges à traiter absolument. La figure avec S1 et S2 et les hyperboloïdes ne marche que pour des sources ponctuelles.

Se rapprocher du contact optique pour avoir de plus gros anneaux et de plus jolies images.

Autre point qu'on pourrait traiter : Fabry Pérot.

Partie réservée au correcteur

Avis général sur la leçon (plan, contenu, etc.) :

Les points principaux sont là

Attention la leçon qui a été traitée là n'était pas interférométrie à division d'amplitude mais interférences à division d'amplitude. Il est essentiel de bien respecter le titre de la leçon

Attention au respect du temps. La partie interférométrie était trop courte, et la leçon trop longue. Il fallait limiter la partie sur les interférences. Par exemple la lame d'air n'aurait peut-être pu être vue qu'une fois au moment où l'on parle du Michelson. Le coin d'air n'était pas indispensable en interférométrie, mais pouvait être traité en interférences

Une meilleure structuration aurait permis de gagner du temps

Quelques points un peu flous dans la présentation et les réponses aux questions

Notions fondamentales à aborder, secondaires, délicates :

Expliquer division du front d'onde/division d'amplitude

-localisation des franges

- exemple de d'interféromètre à division d'amplitude. Le Michelson est un bon choix. lame d'air (éventuellement coin d'air mais pas indispensable). Dans une leçon intitulée interférométrie, il faut parler du spectromètre à transformée de Fourier (ie Michelson)

-Un autre choix aurait pu être le Fabry Perot en parlant là aussi du Fabry Perot comme instrument spectroscopique

Expériences possibles (en particulier pour l'agrégation docteur) :

Le Michelson, accompagné éventuellement d'une vidéo ou ressource internet

La lame d'air et ses anneaux

le Fabry Pérot

Bibliographie conseillée :

Leçon classique pour laquelle on peut trouver des références dans les livres standard d'optique. Perez, Houard, Hecht, ...