

Interférométrie à division d'amplitude

7 juin 2025

Référence

Expérience : Mesure du doublet du sodium avec un Michelson

Livre :

— Physique PC/PC* Tout-en-un, Dunod, 2022

— Optique, une approche expérimentale et pratique, S. Houard, DeBoeck

Prérequis :

— Modèle scalaire de la lumière

— Interférométrie à division du front d'onde

— Notion de cohérence

Niveau : PC

Introduction

Applications du Michelson : Métrologie et spectroscopie interférentielle (voir le Houard p.229)

Avantage division d'amplitude : \rightarrow Pas de brouillage pour une source étendue donc on peut avoir une meilleure intensité \rightarrow Prix à payer : les interférences sont localisées (à l'infini pour la lame d'air, au voisinage du miroir pour le coin d'air) NB : si on a une source ponctuelle, on a des interférences localisées, elles peuvent être observées partout mais on a peu de luminosité.

1 Interféromètre de Michelson

1.1 Principe de fonctionnement

Présentation du dispositif Définition du vocabulaire associée (compensatrice, séparatrice...)

Rôle de la séparatrice : diviser le rayon incidente en 2 rayons de même amplitude

Rôle de la compensatrice : Permet de compenser la différence de marche entre les rayons en sortie de la séparatrice (faire un schéma).

Revenir sur la notion de division d'amplitude (voir PC/PC*, Tout-en-un, Dunod)

1.2 Configuration en lame d'air

Schéma de la configuration "repliée" du Michelson pour la lame d'air

Calcul de la différence de marche entre les deux miroirs

Expression de l'intensité vibratoire

Définition des franges d'égales inclinaison + démonstration expérimentale

Localisation des franges à l'infini (prix à payer pour gagner en luminosité sans perdre en contraste)

Expression du rayon des anneaux brillants (peut-être)

Définition du contact optique et de la teinte plate + démonstration expérimentale

2 Application à la mesure du doublet du sodium

Spectre du sodium avec les valeurs tabulées des longueurs d'ondes

Les deux longueurs d'ondes se comportent comme deux sources incohérentes donc superposition des figures d'interférences \rightarrow expression de la luminosité et justification de la présence de

battements dans l'intensité et donc un contraste qui varie en fonction de l'écart entre les miroirs
-> script Python sur les ressources de l'agrégation.

Extinction du contraste quand les deux raies sont en quadrature de phase-> calcul de l'ordre d'interférence pour les deux raies.

Expression de $\Delta\lambda$ en fonction de Δe et de λ_{moy} pour deux extinctions successives

Mesures entre deux extinctions (les préparer en avance pour savoir où placer approximativement le chariot) avec z-score avec la valeur tabulée.

Conclusion

Ouvrir sur le coin d'air ou sur l'utilisation d'une source blanche. Ou sur des applications concrètes (mesure de g, mesures des ondes gravitationnelles, différence d'indice...)

Expérience quantitative

Objectif de l'expérience

Mesurer le Delta lambda du doublet du sodium/mercure

Matériels

- Lampe à vapeur de sodium
- Laser rouge
- Michelson
- Lentille (f=70cm)
- Accessoires pour laser (lentilles) + support à lentille
- Support élévateur
- Écran

Protocole

Réglage du Michelson en lame d'air autour du contact optique au laser Passer à l'éclairage d'une lampe à vapeur Mesurer la position de deux brouillages successifs

Précautions expérimentales

Pour avoir une belle image au Michelson, il faut : Faire l'image de la source sur les miroirs Envoyer les franges à l'infini Placer le filtre (si besoin) dans une section où les rayons sont parallèles