

TP 6.2. Interféromètre de Michelson

Ce TP porte sur l'étude de l'interféromètre de Michelson.

Attention les éléments d'optique et notamment les miroirs sont très fragiles, sans protection, et de très grande qualité. Évitez de les toucher pour éviter de les détériorer.

Repérage des différents éléments

Les miroirs

On repère sur l'interféromètre deux miroirs plans. Ils sont de très haute qualité et ne sont pas protégés par des vitres. Ils ne doivent donc pas être touchés. Sur ces miroirs se trouvent des vis qui permettent d'ajuster leur orientation. Un miroir est équipé de vis pour un réglage grossier (l'orientation du miroir varie beaucoup avec la rotation de la vis) et l'autre miroir est équipé de vis pour un réglage fin (l'orientation du miroir varie faiblement avec la rotation de la vis). Un miroir est fixe l'autre peut être "charrioté", il peut être translaté grâce à une vis graduée dit de chariotage.

La lame séparatrice

La lame séparatrice est la lame semi-réfléchissante fixée avec une orientation à 45° par rapport aux deux miroirs. Elle est fixe possède une couche en verre et une couche traitée pour être semi-réfléchissante.

La compensatrice

La lame séparatrice n'est pas d'épaisseur nulle et rajoute une différence de marche supplémentaire. En effet une partie des rayons est juste directement réfléchi par la lame séparatrice puis la traverse une fois. L'autre partie des rayons traverse la lame séparatrice, est réfléchi par le miroir, puis la retransverse deux fois lors de sa réflexion sur la face réfléchissante de la lame.

Pour corriger cette différence de marche supplémentaire on utilise une lame compensatrice qui est fabriquée dans le même verre et qui est de même épaisseur que la lame séparatrice mais qui n'est pas réfléchissante.

On peut ajuster l'orientation de cette lame à l'aide de vis de réglage afin qu'elle soit parallèle à la lame séparatrice.

Le verre anti-calorique

Placé à l'entrée du Michelson il sert à éviter un échauffement des miroirs lorsqu'on les éclaire.

Réglage de l'interféromètre

Réglage du parallélisme entre compensatrice et séparatrice

Avec un laser, éclairez au travers de la compensatrice et de la séparatrice seulement, et observez sur un écran un ensemble de tache. Rassemblez au maximum toutes les taches en réglant les vis de la compensatrice.

Réglage grossier du parallélisme entre les miroirs

Éclairez avec un laser l'interféromètre de Michelson par l'entrée, et observez sur un écran en sortie un ensemble de tache. Rassemblez au maximum ces taches à l'aide des vis de réglage grossier.

Réglage plus fin des miroirs

A l'aide d'un objectif de microscope, élargissez le faisceau du laser et éclairez la totalité des miroirs. Observez la figure d'interférence sur un écran. Réglez l'orientation des miroirs afin de placer le centre des anneaux au centre de l'écran. Faites entrer les anneaux en charriotant le miroir mobile jusqu'à obtenir une teinte plate. On pourra éventuellement ajuster l'orientation des miroirs au cours du chariotage.

Réglage du contact optique

Utilisez une lumière blanche pour éclairer le Michelson. Utilisez une lentille convergente pour faire l'image d'un miroir sur l'écran, en plaçant un coin de papier à proximité d'un miroir dont on fait une image nette à l'écran. Attention à ne pas détériorer le miroir avec le coin de papier.

Repérez la position de la vis de chariotage et chariotez jusqu'à voir des couleurs (teintes de Newton) apparaître sur l'écran. Toucher au vis de réglage fin de l'orientation des miroirs pour voir une frange centrale irisée.

Agrandir la frange centrale jusqu'à avoir une teinte plate, les deux miroirs sont exactement à la même position on parle de contact optique. Notez précisément la valeur correspondante de la vis de chariotage.

Si on n'arrive pas à trouver le contact optique on pourra éventuellement faire une étape de réglage intermédiaire entre le laser et la lumière blanche à l'aide d'une lampe spectrale à vapeur de sodium.

Applications

Mesure de l'épaisseur d'une lame de verre

- Après avoir réglé l'interféromètre de Michelson en coin d'air d'épaisseur nulle au centre de l'écran. Éclairer l'interféromètre avec une lumière blanche.
- Placer une lame de verre sur un bras du Michelson, qu'observez vous ?
- Observer expérimentalement qu'en charriotant le miroir mobile on peut retrouver les franges irisées qui ont été brouillée dans la lame de verre.
- Proposer et réaliser un protocole afin de mesurer l'épaisseur d'une lame de verre.

Mesure de l'écart du doublet jaune du sodium

- Après avoir réglé l'interféromètre de Michelson au contact optique. Éclairer l'interféromètre en lame d'air avec une lampe à vapeur de sodium.
- Charrioter le miroir mobile et observer l'apparition et la disparition des anneaux sur l'écran. Lorsque le contraste des anneaux sur l'écran est maximal on parle de coïncidence. Lorsque les anneaux sont brouillés on parle d'anticoïncidence.
- Le brouillage des anneaux s'explique par la présence de deux raies très proche dans le spectre de la lampe à sodium. On parle de doublet. Proposer un protocole pour déterminer l'écart spectral entre les deux raies du doublet jaune du sodium, sachant que sa longueur d'onde moyenne est de $\lambda_0 = 589,3 \text{ nm}$.