

EXERCICES

- Détermination de la longueur d'onde de la lumière laser.
- Détermination de l'indice de réfraction de l'air en fonction de la pression d'air.
- Détermination de l'indice de réfraction du verre.
- Appréciation de la qualité superficielle d'un ruban adhésif.

OBJECTIF

Démonstration et analyse du fonctionnement d'un interféromètre de Michelson

RESUME

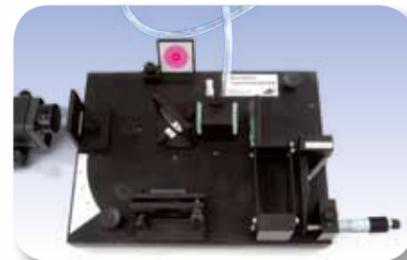
Dans un interféromètre de Michelson, un faisceau lumineux cohérent est divisé par une lame semi-réfléchissante en deux parties qui suivent différents chemins et qui se réfléchissent pour finalement être de nouveau réunies. A l'écran, on observe un modèle d'interférence qui se modifie sensiblement dès que le trajet optique d'un faisceau partiel est modifié d'une fraction de longueur d'onde lumineuse.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Interféromètre	1002651
1	Complément à l'interféromètre	1002652
1	Laser Hélium-Néon	1003165
1	Pompe à vide manuelle	1012856
1	Tuyau flexible en silicone 6 mm	1002622



Plaque en verre dans la marche du rayon de l'interféromètre de Michelson.



Chambre à vide dans la marche du rayon de l'interféromètre de Michelson.

2

GENERALITES

Initialement, l'interféromètre de Michelson a été développé par A. A. Michelson pour démontrer le mouvement de la Terre par rapport à l'« éther ». Mais son principe (cf. Fig. 1) est d'une importance capitale, car il peut être utilisé pour des mesures interférométriques, par ex. pour des modifications de longueurs, des épaisseurs de couches ou des indices de réfraction : un faisceau lumineux divergent est divisé par une lame semi-réfléchissante en deux faisceaux partiels qui suivent différents chemins. Ces deux faisceaux partiels sont réfléchis puis de nouveau réunis par superposition sur un écran d'observation. Là, on obtient une image d'interférence qui réagit avec sensibilité aux modifications de la distance optique du trajet, donc du produit résultant de l'indice de réfraction et de la longueur géométrique du trajet, d'un faisceau partiel. Lorsque l'indice de réfraction est maintenu constant, il est alors possible de déterminer les modifications du parcours géométrique, par ex. les modifications de longueur des matériaux par la dilatation thermique de ces derniers. En revanche, lorsque le parcours géométrique est maintenu constant, il sera possible de déterminer les indices de réfraction et leurs modifications par des modifications de pression, de température ou de densité.

Selon que la longueur de trajet optique est augmentée ou réduite, des franges d'interférence apparaissent ou disparaissent au centre de l'image. Il existe un rapport entre la modification Δs de la longueur de trajet optique et la longueur d'onde lumineuse λ :

$$(1) \quad 2 \cdot \Delta s = z \cdot \lambda$$

le nombre entier positif ou négatif z donnant le nombre de franges d'interférence qui apparaissent ou disparaissent de l'écran.

Si l'on déplace l'une des deux lames dans l'air d'un trajet très précis Δx pour mesurer la longueur d'onde lumineuse, on pourra utiliser comme indice de réfraction $n = 1$ dans une bonne approximation. La modification du trajet optique est donc :

$$(2) \quad \Delta s = \Delta x$$

La situation est différente si l'on place une chambre sous vide de longueur d dans un faisceau partiel. Lorsqu'on laisse pénétrer de l'air et augmenter la pression dans la chambre à une valeur p , le trajet optique est modifié de

$$(3) \quad \Delta s = (n(p) - 1) \cdot d = A \cdot p \cdot d$$

car le rapport entre la pression et l'indice de réfraction de l'air à température constante peut être représenté de la manière suivante :

$$(4) \quad n(p) = 1 + A \cdot p$$

NOTE

Une plaque en verre est fournie avec le matériel de l'équipement complémentaire. Lorsque cette plaque est placée dans un faisceau partiel, puis tournée lentement dans un angle défini, le trajet lumineux augmente à l'intérieur du verre et diminue à l'extérieur du verre. La modification du trajet optique qui en résulte permet de déterminer l'indice de réfraction du verre. Il est possible en outre de démontrer l'appréciation de la qualité d'une surface à l'exemple d'un ruban adhésif appliqué sur la plaque en verre. Dans la pratique, cette démonstration est réalisée avec un interféromètre de *Twyman-Green*, une variante du modèle de Michelson.

EVALUATION

Détermination de la longueur d'onde lumineuse : à partir de (1) et (2), on obtient comme équation pour le calcul de la longueur d'onde lumineuse résultant du trajet de déplacement de la lame :

$$\lambda = \frac{2 \cdot \Delta x}{z}$$

Détermination de l'indice de réfraction de l'air. Pour la constante A introduite dans (4), on obtient l'équation suivante :

$$A = \frac{z \cdot \lambda}{2 \cdot d \cdot p}$$

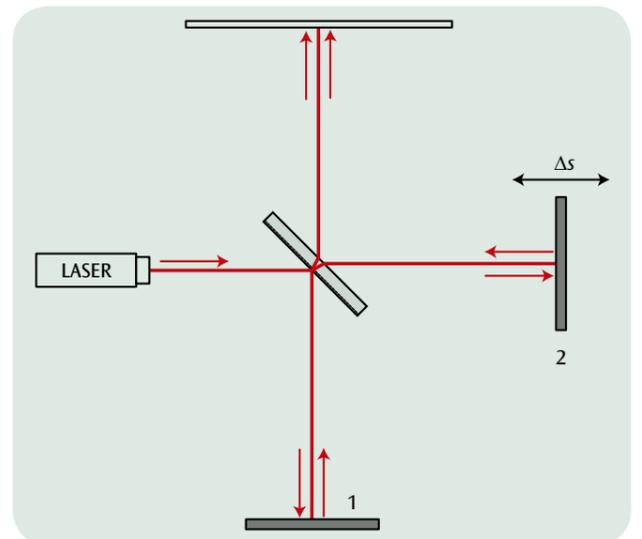


Fig. 1 Trajet du faisceau dans un interféromètre de Michelson à lame mobile

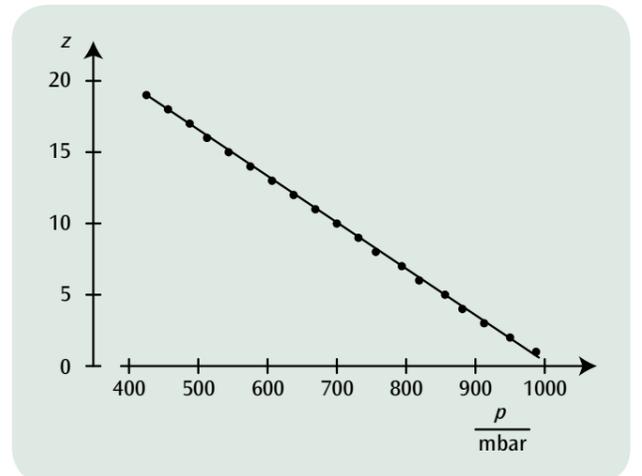


Fig. 2 Nombre de franges interférométriques en fonction de la pression