

## Interféromètre de Michelson II

### DETERMINATION DE L'INDICE DE REFRACTION DU VERRE.

- Détermination de l'indice de réfraction du verre.
- Appréciation de la qualité superficielle d'un ruban adhésif.

UE4030411

01/17 JS/ALF

### NOTIONS DE BASE GENERALES

L'interféromètre de Michelson peut, par exemple, s'utiliser pour des mesures interférométriques de déformations linéaires, d'épaisseurs de couches ou d'indices de réfraction, car il réagit sensiblement à des changements de la longueur de la trajectoire optique d'un faisceau partiel. Si le chemin géométrique garde une valeur constante, il est alors possible de déterminer des indices de réfraction ou leurs modifications sous l'influence de changements de pression, de température ou de densité.

En fonction de la longueur plus ou moins grande de la trajectoire optique, des franges d'interférence se forment ou disparaissent au centre de l'image d'interférence. La corrélation suivante existe entre la modification  $\Delta s$  de la longueur de la trajectoire optique et celle de la longueur d'onde  $\lambda$  :

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

le nombre entier positif ou négatif  $m$  indiquant dans ce cas le nombre des franges d'interférence qui se forment ou disparaissent à l'écran d'observation.

Si une plaque de verre est placée obliquement dans le parcours d'un faisceau partiel, la longueur de la trajectoire optique se modifie alors de

$$(2) \quad \Delta s(\alpha) = \frac{d}{\cos\beta} \cdot (n - \cos(\alpha - \beta))$$

$d$  : épaisseur de la plaque de verre,  $n$  : indice de réfraction,  $\alpha$  : angle

À l'intérieur de la plaque de verre, il existe une relation entre l'angle d'incidence  $\alpha$  et l'angle de réfraction  $\beta$ , déterminée par la loi de Snellius.

$$(3) \quad \sin\alpha = n \cdot \sin\beta$$

Si la plaque de verre est d'abord placée perpendiculairement par rapport au faisceau, puis est ensuite tournée de l'angle  $\alpha$  à partir de cette position, la longueur de la trajectoire optique se modifie alors en conséquence de

$$(4)$$

$$\Delta s = \Delta s(\alpha) - \Delta s(0) = \frac{d}{\cos\beta} \cdot (n - \cos(\alpha - \beta)) - d \cdot (n - 1)$$

Une légère modification permet de transformer l'interféromètre de Michelson en un interféromètre de Twyman Green avec lequel il sera possible de déterminer la qualité superficielle d'éléments optiques. Un interféromètre de Twyman Green désigne normalement un interféromètre où le faisceau lumineux (du laser) est élargi et parallèle. Pour une compréhension qualitative du principe de fonctionnement, il est toutefois également possible d'utiliser un faisceau lumineux élargi, mais non parallèle.



Fig. 1 : Dispositif de mesure permettant de déterminer l'indice de réfraction du verre en utilisant un interféromètre de Michelson

## LISTE DES APPAREILS

1	Interféromètre	1002651 (U10350)
1	Complément à l'interféromètre	1002652 (U10351)
1	Laser Hélium-Néon	1003165 (U21840)

## MONTAGE

Remarque : au-dessus du plan de travail, le faisceau lumineux doit avoir une hauteur minimale de 60 à 62 mm.

- Placez l'interféromètre aussi horizontalement que possible sur une table stable.
- Montez le laser sur le support pour laser en utilisant la rallonge six-pans et placez-le aussi verticalement que possible devant la lentille d'élargissement.
- Retirez le miroir fixe et le séparateur de faisceaux.
- Desserrez la vis moletée de la lentille d'élargissement et faites pivoter cette lentille du parcours du faisceau.
- Réglez le laser afin que son faisceau tombe au centre du miroir coulissant et que le faisceau réfléchi retombe au centre du laser.
- Faites d'abord pivoter la lentille d'élargissement à titre d'essai dans le parcours du faisceau et corrigez ce dernier afin qu'il soit touché au centre.
- Faites ensuite pivoter de nouveau la lentille d'élargissement du parcours du faisceau.
- Montez le miroir fixe et ajustez-le en utilisant les vis de réglage afin que la distance entre la plaque de support du miroir et le support lui-même soit partout égale à environ 5 à 6 mm.
- Montez le séparateur de faisceaux afin que la face en partie réfléchissante, marquée par un triangle, s'oriente du côté de la division angulaire et afin que les deux points les plus clairs visibles à l'écran d'observation se placent autant que possible sur une ligne verticale.
- Ajustez le miroir fixe afin que les deux points les plus clairs visibles à l'écran se recouvrent exactement.
- Faites pivoter de nouveau la lentille d'élargissement dans le rayon et vissez-la à fond dans la position où l'emplacement le plus clair de l'image se trouve dans la mesure du possible au centre de l'écran.
- Inclinez l'écran sur le plan vertical afin que l'observateur ait une image claire et nette.
- Réajustez le miroir fixe afin que les anneaux d'interférence restent au centre de l'écran.

## REALISATION

### Détermination de l'indice de réfraction du verre :

- Placez la plaque de verre sur son support rotatif dans le faisceau partiel avant.

- Effectuez un réglage minimal du miroir ajustable afin que les anneaux d'interférence restent au milieu de l'écran.
- Tournez alors légèrement la plaque de verre dans la plage des zéro degrés pour la faire avancer et reculer afin de déterminer l'angle  $\alpha_0$  où se place la transition des anneaux d'interférence se formant et devant disparaître.
- Faites passer l'angle  $\alpha_0$  à une valeur aussi proche que possible de zéro degré en réajustant le séparateur de faisceaux.
- En partant de l'angle  $\alpha_0$ , tournez lentement la plaque de verre en comptant soigneusement le nombre  $m$  des anneaux disparaissant.

### Interféromètre de Twyman Green utilisé afin de déterminer la qualité superficielle d'un ruban adhésif :

- En respectant les instructions d'utilisation, placez la plaque de verre sur son support rotatif dans le faisceau partiel afin que ce dernier saisisse également le ruban adhésif placé sur la plaque de verre.
- Effectuez un réglage minimal du miroir ajustable afin que les anneaux d'interférence restent au milieu de l'écran.

## EXEMPLE DE MESURE ET ÉVALUATION

### Détermination de l'indice de réfraction du verre :

Tab. 1 : Nombre  $m$  des anneaux d'interférence formés et différence des chemins calculée à partir de ce chiffre.

$\alpha$	$m$	$m \lambda / \mu\text{m}$
0,0°	0	0
5,0°	20	13
7,8°	40	25
9,2°	60	38
10,9°	80	51
12,0°	100	63
13,6°	120	76
14,6°	140	89
15,8°	160	101
17,0°	180	114
17,9°	200	127
18,6°	220	139
19,4°	240	152
20,0°	260	165

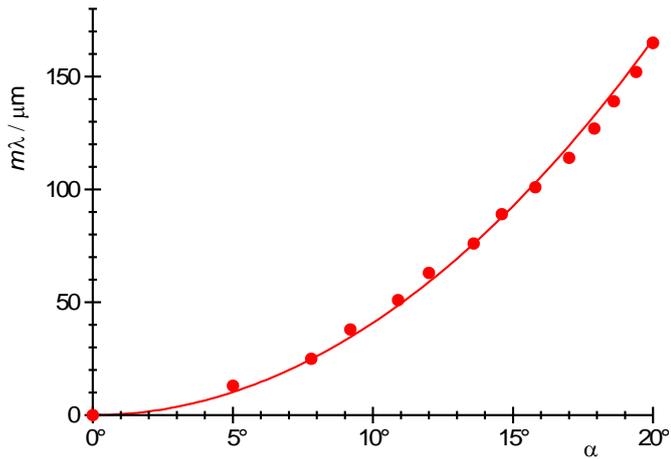


Fig. 2 : Différence des chemins déterminée en comptant les anneaux d'interférence pour une plaque de verre ayant été fait pivoter autour de l'angle  $\alpha$  en fonction de  $\alpha$

L'illustration 2 visualise la différence des chemins déterminée en comptant les anneaux d'interférence apparaissant ou disparaissant pour une plaque de verre ayant été fait pivoter autour de l'angle  $\alpha$  en fonction de  $\alpha$ . Pour calculer la différence des chemins résultant du nombre  $m$  des anneaux d'interférence, nous avons fait appel à la longueur d'onde  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$  du laser Hélium-Néon.

La courbe tracée dans l'illustration 2 a été calculée conformément à (4) pour l'épaisseur  $d = 4 \text{ mm}$  et l'indice de réfraction  $n = 1,5$ .

#### **Interféromètre de Twyman Green utilisé afin de déterminer la qualité superficielle d'un ruban adhésif :**

Des anneaux d'interférence réguliers sont visibles du côté droit de l'écran d'observation. Du côté gauche par contre, les bords des anneaux sont effrangés, et nous trouvons des points clairs partiellement présents dans des zones sombres et inversement.

Des changements minimaux dans l'épaisseur de la couche suffisant déjà à entraîner un décalage des anneaux d'interférence, nous pouvons donc présumer que les perturbations présentées par les anneaux proviennent de la surface irrégulière au relief montagneux du film collant.

