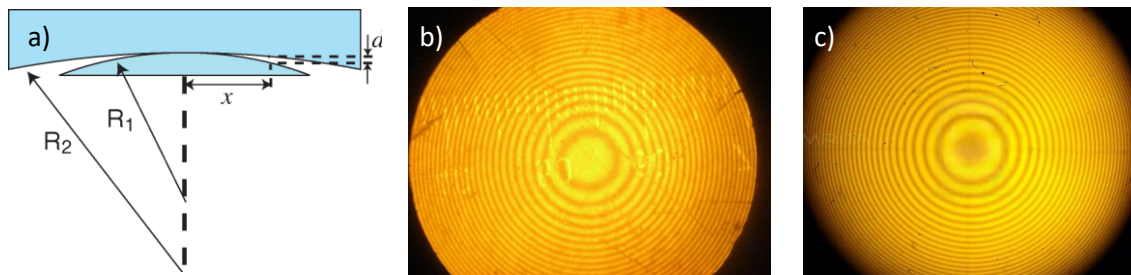


Série 9  
25 Novembre 2024  
Interférence

### Exercice 1 – Anneaux de Newton

Les figures suivantes montrent l'appareillage utilisé pour tester la qualité de lentilles en utilisant les anneaux de Newton. Une lentille convexe, sphérique, de rayon de courbure  $R_1$  est en contact avec un substrat optique sphérique concave de rayon de courbure  $R_2$ .

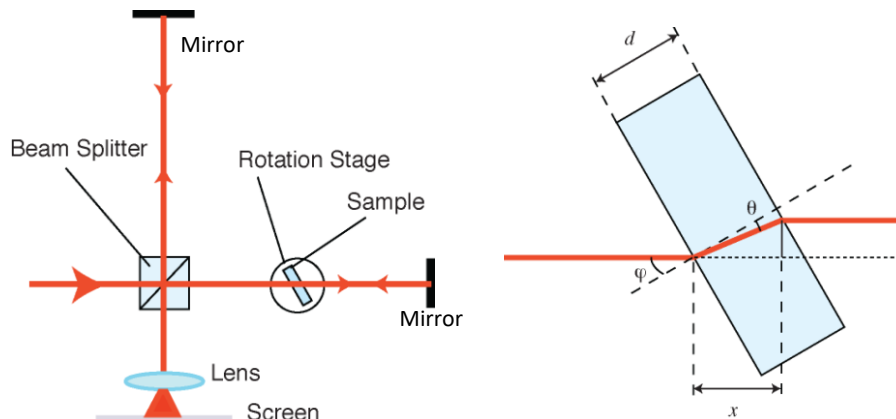


- Exprimer l'épaisseur  $d$  de l'interstice entre la lentille et le substrat à une distance  $x$  de l'axe optique, en fonction des rayons  $R_1$  et  $R_2$ . Utiliser une approximation polynômiale et la justifier.
- L'intensité de l'interférence entre deux ondes  $E_1$  et  $E_2$  s'écrit  $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\varphi$ . Expliquer les termes de l'équation. Sous quelles conditions sur les ondes  $E_1$  et  $E_2$  est-elle valide (2 conditions) ?
- On illumine le système depuis le bas avec un laser de longueur d'onde  $\lambda_0$ , de sorte à observer les anneaux de Newton comme sur les figures b) et c). Esquisser sur un schéma deux rayons qui peuvent créer une interférence dans le système. Exprimer la différence de phase  $\Delta\varphi$  entre eux en fonction de  $\lambda_0, R_1, R_2$  en détaillant et justifiant les approximations effectuées.
- Dériver du déphasage la formule pour connaître la position  $x_m$  du  $m$ -ième anneau de Newton sombre.
- Il est impossible que les images b) et c) aient été prises avec le même montage expérimental. Expliquer à quoi cela se voit, quelle est la différence du montage et comment adapter le calcul pour passer d'une configuration à l'autre.

Série 9  
25 Novembre 2024  
Interférence

### Exercice 2 – Interféromètre de Michelson

Il est possible de mesurer l'indice de réfraction d'un matériau avec une haute précision à l'aide d'un interféromètre de Michelson. Pour faire ceci, l'échantillon est monté sur une platine pivotante (Rotation stage) positionnée dans l'un des bras :



Quand l'échantillon est pivoté, la longueur optique du bras de l'interféromètre est changée, de sorte que des minima et des maxima d'intensité lumineuse sont observés en alternance à l'écran. Les deux schémas ci-dessus montrent une réalisation de cette expérience avec un zoom sur l'échantillon pivotant. En l'absence d'échantillon, on considère que les deux bras ont la même longueur  $L$ .

- Exprimer la différence de chemin optique  $\Delta L$  entre les bras horizontaux et verticaux de l'interféromètre en fonction de l'angle  $\varphi$  entre l'axe optique et l'échantillon.  
*Rappel:* Le chemin optique est défini comme  $nl$ , où  $l$  est la longueur géométrique et  $n$  l'indice de réfraction.
- L'échantillon a une épaisseur de 0.5 [mm]. En utilisant un laser avec longueur d'onde 780 [nm], lorsqu'on tourne l'échantillon de  $0^\circ$  à  $20^\circ$ , 41 maxima sont observés. Quel est l'indice de réfraction du matériau ?
- Quelles sont les sources d'incertitudes dans cette mesure ? Laquelle peut-être considérée comme dominante ? Comment, expérimentalement, pouvons-nous minimiser son impact (donner au moins une idée) ?
- Le laser utilisé pour cette expérience a une longueur d'onde 780 [nm] et une largeur spectrale de  $\Delta\nu = 1$  [GHz]. Quelle est sa longueur de cohérence ? Quelle implication ceci a-t-il sur l'épaisseur maximale de l'échantillon qu'il est possible de mesurer ?
- Est-il possible d'effectuer la même mesure dans un interféromètre de Mach-Zehnder ?