

FRANGES D'EGALE EPAISSEUR : ANNEAUX DE NEWTON

1. Objectifs

Il s'agit d'observer des franges d'égal épaisseur pour une lame d'air d'épaisseur variable comprise entre une lame de verre parfaitement plane et une lentille sphérique de grand rayon de courbure. On va étudier la forme, la taille et la localisation des franges. L'étude de leur taille permettra de déterminer le rayon de courbure de la lentille.

On conclura en comparant ces franges à d'autres de même forme obtenues avec l'interféromètre de Michelson (TP 07) ou la lame de Pohl (TP 01).

2. Introduction

La lame d'air est éclairée sous incidence normale par un faisceau parallèle. La séparation d'amplitude par réflexion sur les faces de la lame d'air permet d'obtenir un grand nombre de rayons réfléchis et transmis : voir figure 3.

En fait, à cause du faible coefficient de réflexion, seuls les deux premiers faisceaux transmis et les deux premiers faisceaux réfléchis ont des amplitudes non-négligeables.

- Les rayons réfléchis sont d'amplitudes presque égales. Ils peuvent interférer avec un bon contraste. Les deux réflexions étant différentes, ils auront un déphasage « physique » de π en plus du déphasage géométrique.
- Les rayons transmis ont des amplitudes très différentes : il y a un faible contraste

d'interférences. Mais il n'y a pas de déphasage physique.

Deux rayons consécutifs présentent une différence de phase $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} 2ne \cos i'$ ($+\pi$) avec ici $n=1$ et $i'=0$.

La différence de marche pour les rayons réfléchis est $\delta = 2e + \lambda/2$. Elle ne dépend que de l'épaisseur e de la lame. Tous les rayons séparés en rencontrant la même épaisseur donneront donc des états d'interférence identiques. On parle de franges d'égal épaisseur.

Avec une source étendue, ces franges sont localisées là où les rayons se croisent : au voisinage de la lame d'air.

3. Montage

Réaliser le montage de la figure 1. On veillera à aligner tous les composants à la même hauteur et à les centrer. Il faudra qu'on puisse remplacer la source blanche avec condenseur par une lampe à mercure suivie d'un condenseur sans avoir à modifier le reste du montage : il faut donc choisir la bonne hauteur des composants au départ.

La source plus le condenseur, l'iris et la lentille L permettent d'éclairer la lame de Newton LN avec un faisceau parallèle quasi-normal.

Observer l'image de LN sur un écran à l'aide d'une lentille L' en transmission, puis en réflexion.

Chaque couleur est caractéristique d'une épaisseur optique. Elle résulte du mélange des longueurs d'onde en interférence constructive. On peut déduire l'épaisseur e de la couleur, appelée teinte de Newton.

Monter votre montage.

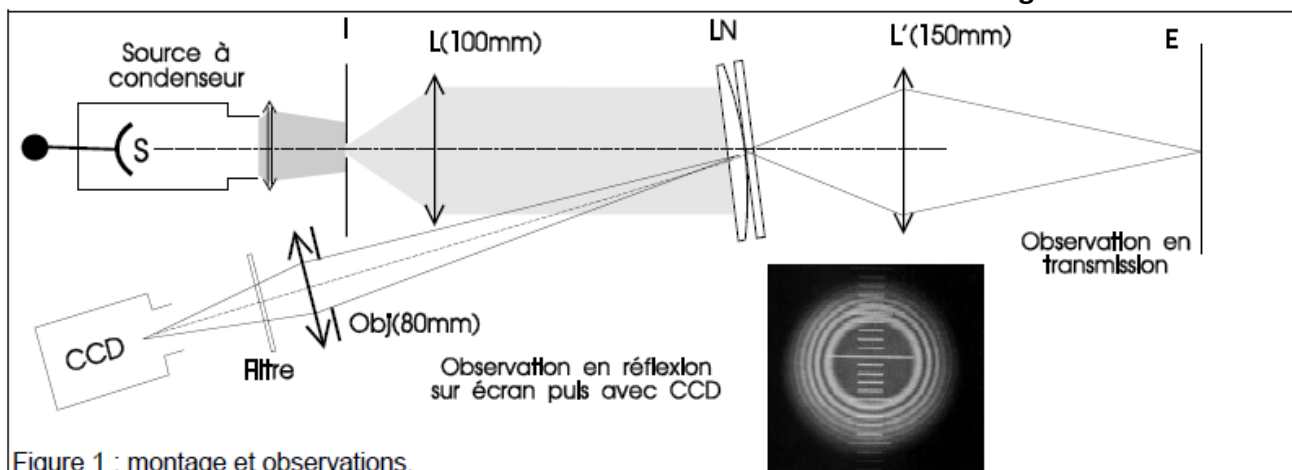


Figure 1 : montage et observations.

Figure 1

4. Mesures

Remplacer la source blanche par une lampe au mercure suivie d'un condenseur. On procède par réflexion. On utilisera la lentille

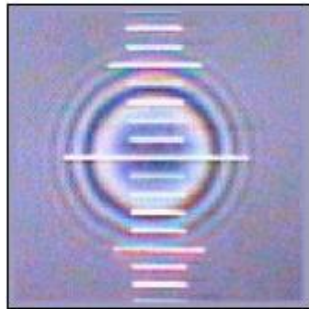


Figure 2 : anneaux de Newton

de 150 mm pour projeter les anneaux sur la caméra. On placera les filtres colorés, qui ne laissent chacun passer qu'une seule longueur d'onde du spectre du mercure, juste derrière la lentille. On placera la caméra derrière le filtre, à une distance qui permettra de voir nettement 5 à 6 anneaux. Pour chacun des filtres suivants :

Couleur	λ (nm)	Référence
jaune	578	46830
vert	546	46831
bleu	436	46832
violet	405	46833

- Mesurer le diamètre d , en pixels, des anneaux **sombres**.
- Etalonner les pixels de la caméra. On utilisera pour cela l'image de la graduation faite sur la lame : 1 petite graduation = 1mm.
- Rassembler vos résultats dans un tableau qui contiendra pour chaque longueur d'onde le numéro de l'anneau, son diamètre en pixels, son diamètre en mm.

Montrer votre première mesure.

5. Interprétation et exploitation

A l'aide de la figure 3, démontrer que la différence de marche entre deux rayons réfléchis issus d'un même rayon incident est :

$$\delta = \frac{x^2}{R} + \lambda/2$$

où R est le rayon de courbure de la lentille.

On pourra s'aider du document internet [Anneaux de Newton](#).

Quel est l'ordre d'interférence $p = \delta/\lambda$ aux points placés à distance x de O ? Quel est l'ordre p_0 au centre O du système d'anneaux ?

Comment varie l'ordre p quand x augmente ?

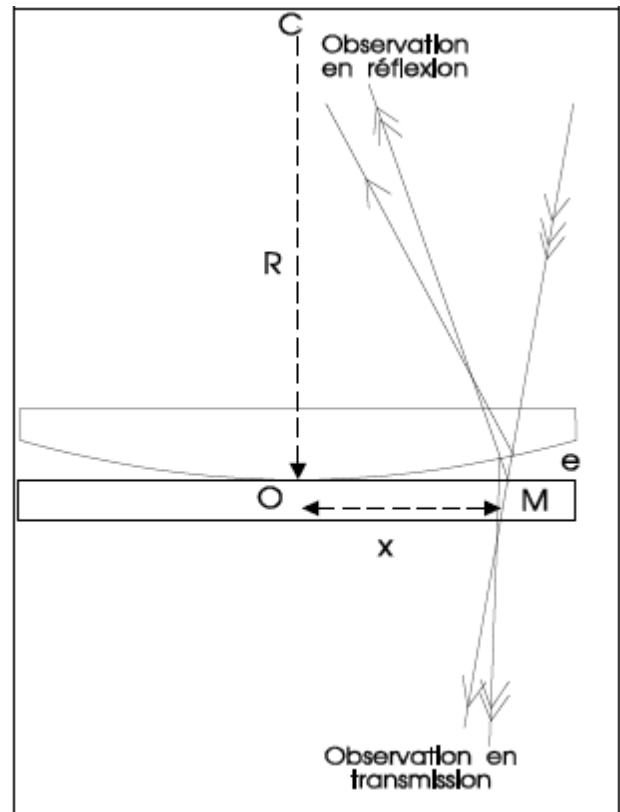


Figure 3 : Schéma de la lame de Newton

- Montrer que le rayon du $k^{\text{ième}}$ anneau sombre est donné par $x_k = \sqrt{R\lambda\sqrt{k}}$.
- En déduire l'expression du diamètre d d'un anneau sombre, puis celle de d^2 en fonction de k .
- Rajouter une colonne à vos tableaux de mesures pour indiquer le carré du diamètre mesuré des anneaux.
- Tracer vos courbes expérimentales $d^2 = f(k)$. Tracer les courbes de tendance linéaire. Déterminer les pentes α pour chaque longueur d'onde, avec leur incertitude (fonction droitereg).
- Calculer $R = \alpha / (4\lambda)$ pour chaque longueur d'onde avec son incertitude $\Delta R = \Delta \alpha / (4\lambda)$.
- Conclusion sur la valeur de R ?
- Comparer les anneaux obtenus dans cette expérience avec ceux obtenus avec un Michelson : ordre au centre, ordre d'un anneau lointain, localisation des franges, type de franges (égale inclinaison ou égale épaisseur), type d'interférence (à deux ondes ou ondes multiples ; division du front d'onde ou division d'amplitude).

NOMS :

DATE :

.....

.....

FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE

§	Travail à faire	A noter sur place	A noter à l'écrit
3	Montage	_____ / 5	
4	Mesures	_____ / 3	
5	Interprétation – Exploitation		
	Démonstration		_____ / 2
	Ordre p, rayon des anneaux, d^2 en fonction de k		_____ / 3
	Graphes, DMC, pentes, droitereg		_____ / 2
	Calcul de R		_____ / 2
	Comparaison franges de Newton vs franges annulaires Michelson		_____ / 3

TOTAL : _____ / 20**Les comptes-rendus sont à rendre une semaine après le TP, le même jour de la semaine.****Un jour de retard : -2 points****Deux jours de retard : note / 2****Au-delà : points sur place / 2**