

INTERFEROMETRE DE FABRY-PEROT

1. Objectifs

Il s'agit d'avoir un premier contact avec cet interféromètre très important. Il est constitué de deux dioptrés fortement réfléchissants se faisant face (une cavité), et ses caractéristiques dépendent du coefficient de réflexion R des dioptrés et de l'épaisseur e de la cavité.

On va mesurer R et en déduire la finesse de l'interféromètre, qui détermine le nombre d'ondes qui interfèrent effectivement dans la cavité.

Puis, on va régler l'interféromètre pour observer des franges annulaires d'interférence. Une mesure de la taille des anneaux permettra de déterminer l'épaisseur de la cavité.

2. Finesse. Comparaison avec l'interféromètre de Michelson

On éclaire l'interféromètre d'un côté de la cavité, et on observe la lumière transmise. Comme les dioptrés sont fortement réfléchissants, un rayon incident d'inclinaison i subit de nombreuses réflexions et transmissions formant de nombreux rayons transmis parallèles. Entre deux rayons transmis successifs, il y a une différence de phase $\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} 2e \cos i$. Leur interférence produit une intensité transmise $I(\varphi)$ représentée sur la figure 1. Par comparaison, on a représenté en pointillé l'intensité transmise par un interféromètre de Michelson dans des conditions analogues.

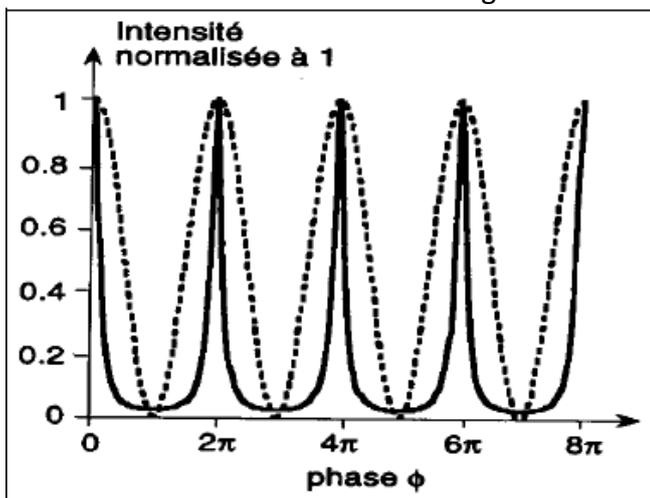


Figure 1 : Intensité transmise

On constate que les pics du Fabry-Pérot apparaissent plus fins. La finesse est définie par $F = \frac{2\pi}{\Delta\varphi}$ (1) où $\Delta\varphi$ est la largeur à mi-hauteur des pics.

La finesse des franges du Fabry-Pérot est déterminée par la qualité des miroirs de la

cavité : $F = \frac{\pi\sqrt{R}}{1-R}$ (2).

- Calculer la finesse pour l'interféromètre de Michelson (formule (1)).
- Calculer la finesse pour l'interféromètre de Fabry-Pérot pour $R=0,9$ puis $R=0,6$ (formule (2)).

3. Détermination de la finesse

On va mesurer le coefficient de réflexion R des miroirs, et en déduire la finesse grâce à la formule (2).

Il y a 6 vis sur l'interféromètre, 3 par miroir. On ne touche jamais aux vis noires. Pour régler l'appareil, on ne touche qu'aux deux vis jaunes d'un seul des miroirs.

- Envoyer le faisceau d'un laser He-Ne normalement aux lames. La réflexion principale revient sur le laser. En transmission, on observe les traces des rayons transmis sur un écran éloigné. Agir sur deux vis jaunes d'un même miroir pour les superposer.
- Tourner l'une des vis jaunes et observer les taches qui correspondent au rayon directement transmis (la plus intense), au rayon ayant fait un aller-retour dans la cavité (moins intense d'un facteur R^2), celle ayant fait deux allers-retours etc...

Montrer votre montage.

- Numéroté les faisceaux et mesurer leur puissance au puissance-mètre. Faites un tableau de mesures.
- Si P_1 est la puissance du premier rayon transmis, montrer que la puissance du $N^{\text{ième}}$ rayon est $P_N = P_1 R^{2(N-1)}$.
- Tracer $\ln(P_N)$ en fonction de N , avec la droite de régression. En utilisant droitereg, donner sa pente α avec son incertitude élargie.

- Montrer que $R=e^{a/2}$ avec $\Delta R=R\Delta\alpha/2$ puis calculer R avec son incertitude élargie.
- En déduire la finesse F avec son incertitude. On pourra estimer l'incertitude sur F en posant $\Delta F=F(R)-F(R-\Delta R)$.

4. Franges d'égalé inclinaison

4.1 Réglages

Le but est de réaliser la parallélisme des lames. Donner à la cavité une largeur voisine de 1 mm. La lampe à vapeur de sodium étant à 1m environ de l'appareil, faire superposer les multiples images en agissant sur les deux vis jaunes d'un même miroir.

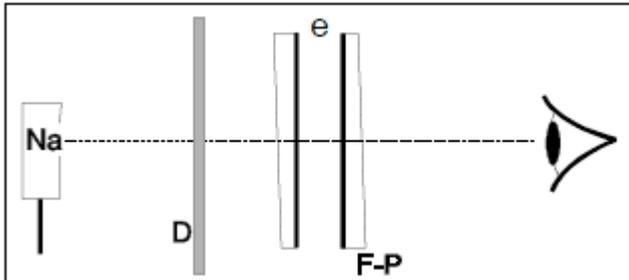


Figure 2 : Réglage

Rapprocher la lampe, et placer un dépoli entre elle et l'interféromètre. Des franges doivent apparaître.

Agir sur les vis de réglage pour obtenir des anneaux centrés. Ajuster finement les vis de réglage pour que les anneaux ne défilent pas lorsque l'œil se déplace.

Choisir l'épaisseur e de la cavité permettant d'observer les franges avec le meilleur contraste.

Montrer votre montage à un professeur.

4.2 Observations

Placer une lentille de focale $f'=500\text{mm}$ à la sortie de l'interféromètre et placer un écran dans le plan focal de cette lentille.

Remplacer le dépoli par un condenseur.

Ajuster les positions de la lampe et du condenseur afin d'observer de nombreux anneaux centrés sur l'écran.

Montrer votre montage.

4.3 Mesures

Mesurer le diamètre des six ou sept premiers anneaux. Porter vos résultats dans un tableau où figurera le numéro de l'anneau, son diamètre et le carré de son diamètre.

4.4 Mesure de l'épaisseur de la cavité Fabry-Pérot

Sachant que la différence de marche entre deux rayons consécutifs est $\delta = 2e \cos(i)$,

- Expliquer sans calcul que les franges sont des anneaux, localisés à l'infini. Justifier le terme de franges d'égalé inclinaison.
- Montrer que pour de faibles inclinaisons, on a $i^2 = 2-p\lambda/e$ où $p=\delta/\lambda$ est l'ordre entier de l'anneau. On pourra utiliser, pour $i \ll 1$, $\cos(i) \approx 1 - i^2/2$.
- Montrer à l'aide d'un schéma que le rayon d'un anneau est $r=f'i$.
- En déduire que le carré du diamètre d'un anneau est $D^2 = 4f'^2(2 - \frac{\lambda p}{e})$.
- Si p_1 est l'ordre du premier anneau, expliquer pourquoi p_1-1 est celui du deuxième anneau. Montrer que l'ordre du $N^{\text{ième}}$ anneau est p_1-N+1 .
- En déduire que le carré du diamètre de l'anneau numéro N est

$$D^2 = 4f'^2 \frac{\lambda}{e} N + \text{constante}$$

4.5 Résultats

- Tracer D^2 en fonction de N à partir de vos mesures, avec la droite de régression.
- Utiliser la fonction `droitereg` pour obtenir la pente de cette droite avec son incertitude.
- Grâce à la pente, calculer l'épaisseur e de la cavité avec son incertitude.

NOMS :

DATE :

.....

.....

FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE

§	Travail à faire	A noter sur place	A noter à l'écrit
2	Finesse (théorie) Finesses Michelson et FP		____ / 1
3	Finesse (expérience) Montage Mesures, graphe, régression, pente Démonstration de R Calcul de R et F	____ / 2	____ / 2 ____ / 1 ____ / 2
4	Franges d'égalé inclinaison Réglages Projection des franges Mesures Démonstrations Graphe, régression, pente Calcul de e	____ / 3 ____ / 1	____ / 2 ____ / 3 ____ / 2 ____ / 1

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**