

TP interféromètre de Michelson

Matériel à votre disposition :

Interféromètre de Michelson, laser de longueur d'onde $\lambda = 632 \text{ nm}$, lampe à vapeur de sodium, lumière blanche, écran, lamelles de microscope, palmer, condenseur, lentilles convergentes de grand diamètre et de focales: 50 cm , 20 cm et 10 cm , lentille boule de microscope ou objectif de microscope à visser sur le laser.

Questions théoriques :

1- Pourquoi règle-t-on le Michelson en utilisant dans un premier temps le laser puis la lampe à vapeur de sodium et enfin la lumière blanche?

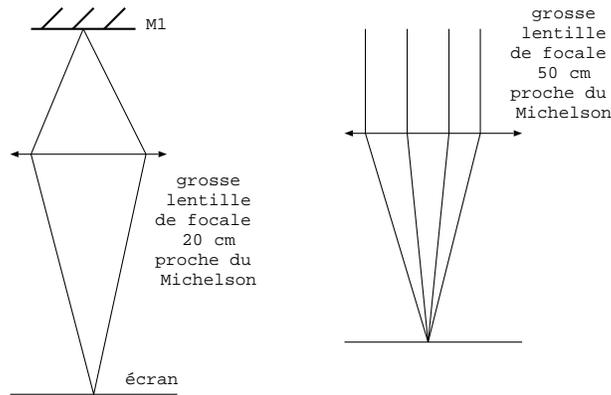
2- Pour les deux systèmes de franges rectilignes ou circulaires, on propose:

- deux modes d'éclairage



Le mode d'éclairage de gauche peut être remplacé par la lampe source seule dans le cas de la lumière blanche car pour cette source on peut régler le tirage et faire en sorte que le faisceau émis soit un faisceau de lumière parallèle.

- deux modes d'observation des franges



Identifier le mode d'éclairage et le mode d'observation qui conviennent pour le Michelson en lame d'air et pour le Michelson en coin d'air. Justifier vos réponses.

3- Evaluer l'incertitude sur la mesure de position lue au palmer liée au chariotage du miroir mobile.

Manipulations à savoir faire:

4- Régler le Michelson en lame d'air avec une lampe à vapeur de sodium : Charioter le miroir pour observer à l'écran une dizaine d'anneaux avec un centre noir. Expliquer la démarche pour mesurer le rayon d'un anneau brillant.

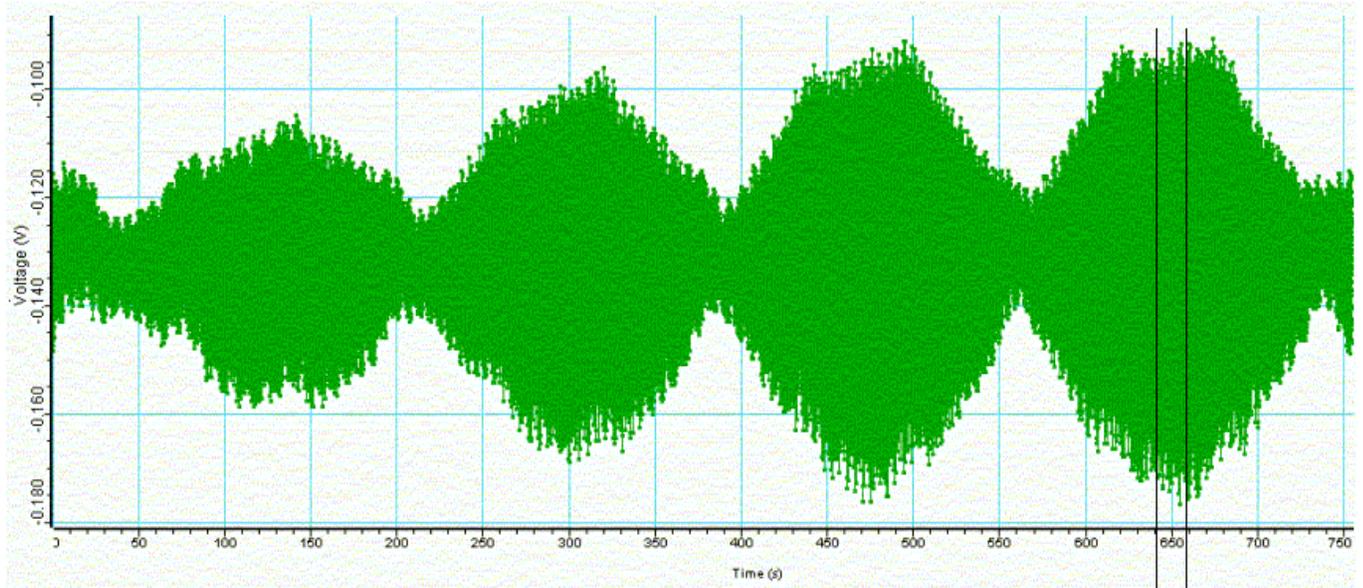
5- Régler le Michelson en lame d'air avec une lampe à vapeur de sodium : Charioter le miroir et observer les brouillages successifs. Mesurer les positions x_k du miroir mobile correspondant à des brouillages successifs.

Exploitation de cette manipulation:

Déduire de ces valeurs la différence de longueur d'onde $\Delta\lambda$ du doublet du sodium par $\Delta\lambda = \frac{\lambda_m^2}{2(x_{k+1} - x_k)}$ avec $\lambda_m = 589,3 \text{ nm}$.

Mesurer la longueur de cohérence de la source. Principe: note les positions limites x_{l1} et x_{l2} du miroir pour lesquelles on n'observe plus de franges sur l'écran. La longueur de cohérence de la source est $l_c = \frac{|x_{l2} - x_{l1}|}{2}$ (en effet les interférences disparaissent pour $\delta > l_c$).

Il se peut au concours, que l'on vous fasse utiliser une photodiode placée en un point de l'écran et que l'on chariote le miroir à vitesse constante à l'aide d'un moteur. Donnée: vitesse du miroir mobile $v = 1,8 \mu\text{s}^{-1}$. Déduire de la courbe donnant l'intensité mesurée par la photodiode, les valeurs numériques des x_k et en déduire $\Delta\lambda$.

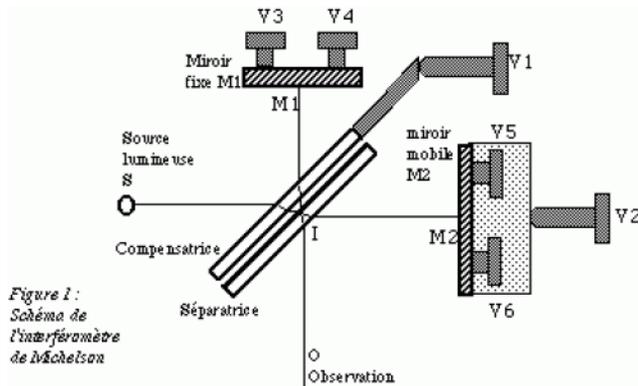


6- Régler le Michelson en coin d'air en lumière blanche. Observer les cannelures avec un spectroscopie. Expliquer leur présence.

7- Régler le Michelson en coin d'air en lumière blanche. Introduire une lame de verre fine devant le miroir mobile. Les irisations disparaissent. Charioter le miroir d'une distance d' pour retrouver les irisations à l'écran. Montrer que $d' = (n - 1)e_l$ où e_l est l'épaisseur de la lame et n l'indice de la lame. Mesurer e_l en mesurant l'épaisseur de plusieurs lames avec un palmer et en déduire n (savoir établir l'expression de d').

Réglage du Michelson

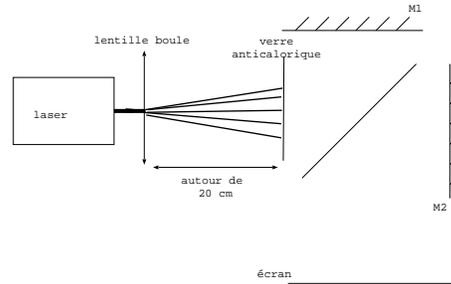
Réglage géométrique



- Mettre les vis de réglage fin V3 et V4 à mi course.
- Eclairer le Michelson avec un laser et ajuster la position du laser pour que le faisceau se réfléchisse au centre du miroir M₂. On observe sur un écran deux séries de points résultant de diverses réflexions sur les faces de la compensatrice et la séparatrice.
- Régler la compensatrice : actionner la vis V1 pour que dans les deux séries de points sur l'écran, il y ait le moins de points possibles (ce réglage ainsi fait, assure que la séparatrice et la compensatrice sont parallèles).
- Régler l'inclinaison des miroirs : actionner les vis V5 et V6 à tour de rôle de façon à superposer les deux séries de points (ce réglage assure que les miroirs M₁ et M₂ sont quasi parallèles et font entre eux un angle α voisin de zéro).

Recherche du contact optique

Le Michelson est éclairé par le laser suivi d'une lentille boule (lentille de microscope de très courte focale 5 mm). La lentille permet d'éclairer les miroirs sous différents angles d'incidence, on observe sur l'écran des anneaux.



On cherche à avoir $e = 0$: c'est le contact optique.

Pour cela, on chariote le miroir M₂ avec la vis V2:

En chariotant dans un sens, on observe les anneaux naître depuis le centre, cela signifie que e

En chariotant dans l'autre sens, on observe les anneaux s'engloutir vers le centre, cela signifie que e

Repérer donc le sens dans lequel il faut charioter M₂ pour se rapprocher du contact optique. Simultanément, il faut prendre soin au cours de ce réglage de conserver le centre des anneaux au centre de l'écran, pour cela, il faut actionner à tour de rôle les vis V5 et V6 (réglage grossier puis V3 et V4 pour le réglage fin).

Lorsque l'on s'approche du contact optique, on ne voit plus qu'un anneau à l'écran.

On peut alors passer en lumière jaune (lampe à vapeur de sodium) pour observer les anneaux.

On s'approche ensuite du contact optique avec la lampe à vapeur de sodium, on note la valeur de e qui correspond et on se place en lumière blanche en configuration coin d'air. On cherche alors autour de cette valeur de e (très précautionneusement) les franges d'égal épaisseur.