

interféromètre de Michelson

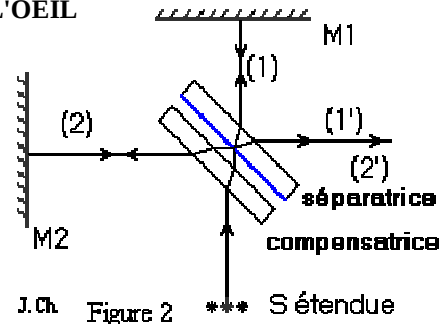
vous disposez de deux appareils : l'interféromètre DIDALAB (le plus gros) servira à la mesure d'une longueur d'onde en configuration "lame d'air" (durée 50 mn puis permutation), et le plus petit à la mesure de l'angle entre les miroirs en configuration "coin d'air" (durée 50 mn puis permutation), et pendant les dix minutes restantes, les deux groupes observeront les antioïncidences du doublet jaune du sodium avec l'interféromètre DIDALAB.

1) réglages préliminaires pour les deux appareils

rappel : LE FAISCEAU LASER EST DANGEREUX POUR L'OEIL

schéma de principe de l'interféromètre :

(dans un premier temps, la source utilisée sera le laser)

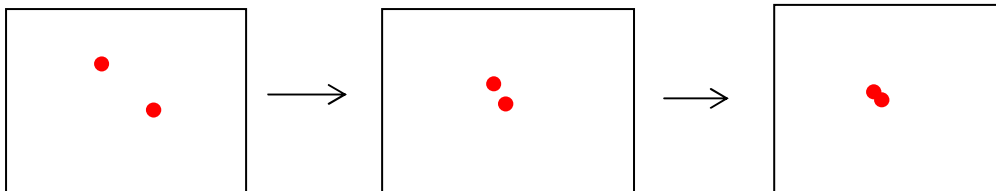
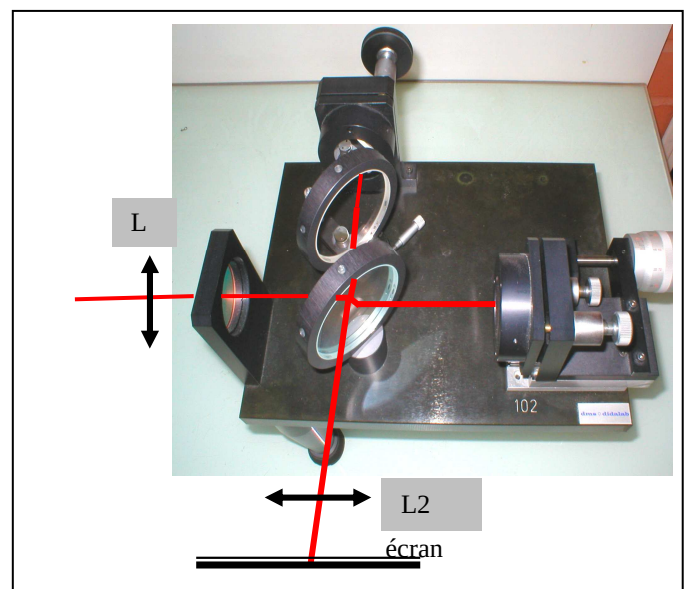


Bien observer l'appareil **sans toucher les miroirs avec les doigts.**

montage à réaliser : placer le laser sur un "boy" ou sur la table selon l'interféromètre, et éclairer l'interféromètre sans aucune lentille de façon que le faisceau soit réfléchi par les deux miroirs et donne deux taches sur l'écran

effectuer un réglage grossier des miroirs (ne pas toucher les lames séparatrices et compensatrices) de manière à superposer les taches lumineuses en sortie de l'interféromètre sur un écran dépoli

NE JAMAIS REGARDER DIRECTEMENT LE FAISCEAU EN SORTIE DE L'INTERFEROMETRE



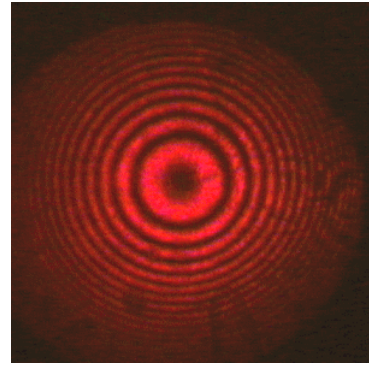
Placer ensuite à l'entrée la lentille L1 de distance focale 5mm (ou 18mm selon l'appareil) dont le foyer constitue une source ponctuelle pour faciliter la manipulation ; on a ainsi des franges qui ne sont pas particulièrement localisées, vous pouvez le constater en déplaçant l'écran, mais on s'intéressera uniquement par la suite aux anneaux à l'infini et aux franges localisées sur les miroirs (coin d'air) où la différence de marche ne dépend pas du point source (et il y a brouillage ailleurs).

Affiner le réglage de manière à observer l'apparition de franges rectilignes, puis agir sur les miroirs de manière à élargir les franges.

2) mesure d'une longueur d'onde avec l'interféromètre DIDALAB (durée env. 50 mn puis permutation)

Observer les anneaux "à l'infini" dans le plan focal d'une lentille mince L2 de distance focale 1,0 m .

Essayer de rendre les anneaux parfaitement circulaires, en agissant si nécessaire et TRES DOUCEMENT sur les vis de réglage de la compensatrice et (ou) de la séparatrice, de façon à les rendre parfaitement parallèles.

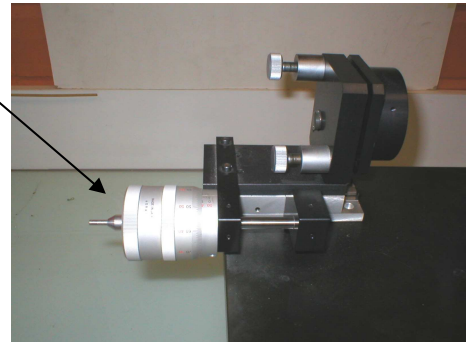


Faire "rentrez" les anneaux en translatant le miroir M2 au moyen de la "vis de chariotage" (1tour = 1 mm, 1 petite division = 5 μm)

les anneaux deviennent de plus en plus épais, et la tache centrale s'élargit de plus en plus;

On s'approche alors du "contact optique" (différence de marche nulle) retoucher au besoin les réglages précédents jusqu'à observer une teinte uniforme "teinte plate" (difficile à obtenir)

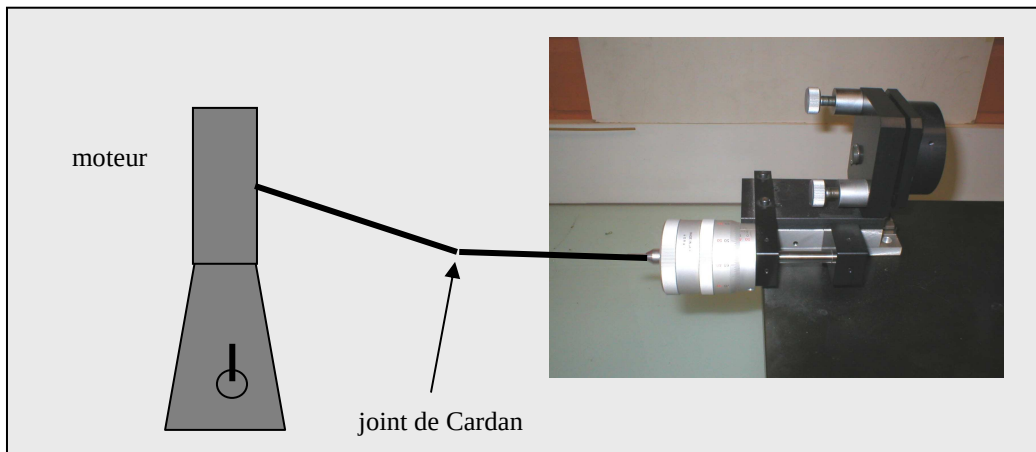
Accoupler le moteur à la vis de chariotage, revenir à une position pour laquelle on observe quelques anneaux, et noter cette position.



première méthode : mettre le moteur en marche, (attendre un peu, la mise en mouvement prend quelques secondes), déplacer le miroir pour faire défiler 200 anneaux, et noter le déplacement correspondant.

Chaque fois qu'un anneau est remplacé par un anneau de même nature, la différence de marche varie de λ_0 .

En déduire la longueur d'onde du laser, une estimation de l'erreur sur la mesure, et comparer avec la valeur indiquée sur le laser.



autre méthode (plus précise) : retirer le moteur d'entraînement

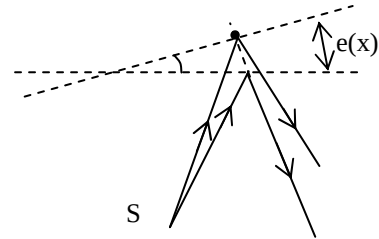
le rayon de l'anneau n à partir du centre s'écrit : $R_n = f^2(2 - (k-n+1)\lambda_0/e)^{1/2}$ (voir cours) donc si on porte $R_n^2 = f^2(2 - (k-n+1)\lambda_0/e)$ en fonction de n, on obtient une droite de pente $a = \lambda_0 f^2/e$ et en recommençant pour une autre valeur de e, on obtient $a' = \lambda_0 f^2/e'$; connaissant a, a', et (e - e'), on peut ainsi en déduire λ_0 , puis e et e'.

mesurer les rayons des 5 premiers anneaux pour une première position du miroir (noter l'index x), puis pour une seconde position (noter l'index x') tracer les courbes $R_n^2 = f(n)$ et en déduire λ_0 sachant que $e - e' = x - x'$ comparer avec le résultat précédent.

3) interférences du "coin d'air " localisées sur les miroirs avec le petit interféromètre (durée env. 50 mn puis permutation)

Parfaire le réglage préliminaire pour obtenir des anneaux, puis faire "rentre" les anneaux de façon à avoir une intensité la plus uniforme possible: on s'approche ainsi de la "teinte plate" difficile à obtenir.

Dérégler ensuite un des miroirs jusqu'à observer des franges rectilignes sur l'écran: le miroir M1 forme avec M2*, image de M2 par (Sp+Cp), un dièdre d'angle α .



Déplacer l'écran ; peut-on dire que les franges sont localisées ? Qu'obtiendrait-on avec une source étendue ?

On admettra que, à des infiniments petits d'ordre 2 près, la différence de marche $\delta = 2e$ pour des rayons interférant au voisinage des miroirs donc $\delta = 2e = 2\alpha x$ ne dépend plus du point source, c'est pourquoi on ne s'intéresse qu'aux franges localisées sur les miroirs, et on cherche à en former une image agrandie sur un écran.

Comment placer une lentille L3 ($f' = 0,15$ m) de manière à former sur l'écran une image du plan des miroirs avec un grandissement de -3 ? (utiliser la relation de conjugaison)

rappel : relation de conjugaison :

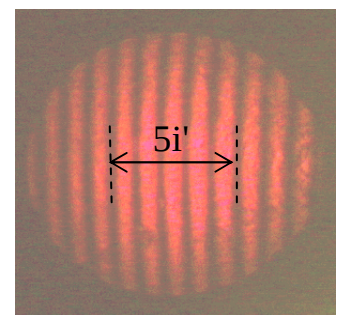
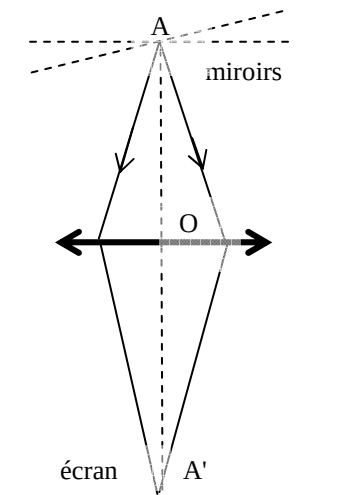
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \quad \text{et} \quad \overline{OA'} - \overline{OA} = D$$

$$\text{grandissement} : \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{avec} \quad |\gamma| > 1$$

vous disposez d'une lentille avec $f' = 0,15$ m
calculer $\overline{OA'}$ et $\overline{OA}$ pour avoir $\gamma = -3$

on choisira cette valeur pour faire les mesures

sur l'écran, on observera un interfrange
 $i' = |\gamma| i$ et lorsque x varie de un interfrange
 δ varie de λ_0 ; établir la relation entre l'angle
et l'interfrange.



Déduire de la mesure de l'interfrange i' (on mesurera par exemple $5i'$) et du grandissement, la valeur de l'angle dièdre du "coin d'air" formé par un des miroirs, et l'image de l'autre.

4) utilisation en lame d'air avec une source étendue, localisation des franges à l'infini (interféromètre DIDALAB, 10 mm)

On se placera dans les conditions de la partie (2), en refaisant le réglage en "lame d'air" au moyen du laser et de la lentille L1, de façon à obtenir quelques anneaux circulaires.

Sans toucher aux réglages, enlever le laser et la lentille, et placer la lampe à vapeur de sodium derrière un calque contre le filtre anticalorique: on réalise ainsi une source étendue.

Vérifier que l'on ne peut observer nettement des anneaux que dans le plan focal de la lentille L2 ($f' = 1\text{m}$) ; Déplacer l'écran ; peut-on cette fois observer des franges partout ? Enlever la lentille; peut-on encore observer des franges "nettes" partout ? Où sont-elles localisées ? Interpréter.

observation des antioïncidences du doublet jaune du sodium

La lampe au sodium émet un rayonnement jaune intense constitué de deux longueurs d'onde très proches, λ_1 et λ_2 ($\Delta\lambda = 0,6\text{ nm}$), se comportant comme deux sources incohérentes.

En un point de l'écran caractérisé par la différence de marche δ , il convient donc d'additionner les intensités lumineuses : $I = I_0(1 + \cos(2\pi\frac{\delta}{\lambda_1})) + I_0(1 + \cos(2\pi\frac{\delta}{\lambda_2}))$

$$\text{soit } I = I_0 \left[2 + 2 \cos \left(\pi \delta \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) \right) \cos \left(\pi \delta \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \right) \right]$$

on pose $\lambda_m = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$ et $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$

$$\text{il vient, avec } \Delta\lambda \ll \lambda_2, \lambda_1 \quad I = 2I_0 \left[1 + \cos \left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_m} \right) \cos \left(\pi \delta \frac{\Delta\lambda}{\lambda_m^2} \right) \right]$$

le terme de contraste (ou visibilité des franges) s'écrit donc : $C = \cos \left(\pi \delta \frac{\Delta\lambda}{\lambda_m^2} \right)$ et on observera un brouillage

périodique des franges pour δ vérifiant $\pi \delta \frac{\Delta\lambda}{\lambda_m^2} = (2n+1) \frac{\pi}{2}$

$$\text{soit } \delta = (2n+1) \frac{\lambda_m^2}{2\Delta\lambda}, \text{ on peut donc en déduire } \Delta\lambda \text{ connaissant } \lambda_m = 589,3\text{ nm}$$

En translatant le miroir mobile, observer le brouillage périodique des anneaux à l'infini, relever le déplacement du miroir entre deux brouillages, en déduire la variation de la différence de marche et une estimation de $\Delta\lambda$.

