

Précautions expérimentales Attention aux surfaces optiques : ne jamais toucher les miroirs, ni la séparatrice ou la compensatrice.

I. Réglage en lame d'air

1 - Schéma de principe

Le schéma suivant fournit la vue de dessus de l'appareil. On distingue :

- Le diaphragme d'entrée portant un verre anti-IR.
- La séparatrice et la compensatrice qui porte deux vis de réglage permettant de la faire tourner autour d'un axe horizontal et vertical.
- Le miroir M_1 fixe et ses deux vis de réglage fin.
- Le miroir M_2 chariotable et ses deux vis de réglage rapide
- La vis solidaire d'un palmer (vis micrométrique) permet de translater M_2 .

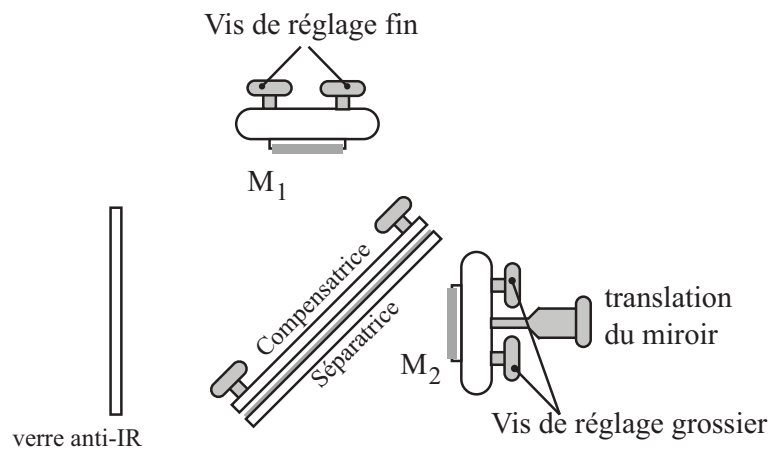


FIGURE 1 – Schéma de principe de l'interféromètre de Michelson

2 - Observation des anneaux d'égale inclinaison

a) Réglage du parallélisme

🔧 Expérience 1

- ✓ Placer la lampe à vapeur de sodium à l'entrée.
- ✓ A l'oeil nu, vérifier que la compensatrice et la séparatrice sont grossièrement parallèles. S'assurer que M_1 et M_2 sont sensiblement perpendiculaires.
- ✓ Eclairer le diaphragme d'entrée de l'interféromètre de Michelson avec la lampe à vapeur de sodium
- ✓ Intercaler une mire (feuille calque avec viseur) entre la lampe et l'interféromètre.
- ✓ Observer les différentes images de la mire par les miroirs à l'oeil nu. Deux images doivent apparaître, issues des deux miroirs.
- ✓ En jouant sur les vis de réglage grossier, superposer du mieux possible les images. Des franges d'interférences fines doivent apparaître.

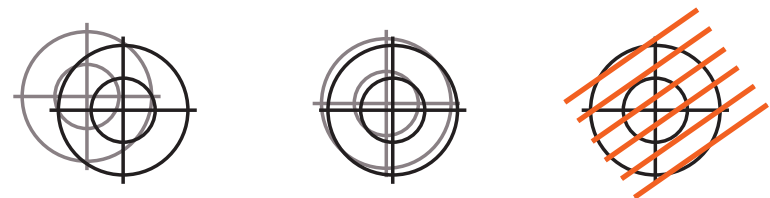


FIGURE 2 – Réglage grossier du parallélisme.

b) Observation des anneaux d'égale inclinaison

🔧 Expérience 2

- ✓ Continuer en agissant **délicatement** sur les vis de réglage grossier pour écarter les franges puis les arrondir. Des anneaux doivent apparaître au centre de la figure.
- ✓ utiliser maintenant les vis de réglage fin. Bouger la tête de haut en bas et agir délicatement sur la vis supérieure pour que les anneaux ne défilent pas au centre ;
- ✓ faire de même avec l'autre de vis en bougeant la tête de gauche à droite.
- ✓ ajouter devant la lampe un condenseur et placer contre la sortie de l'interféromètre une lentille de distance focale 1 m.
- ✓ Observer les anneaux d'égale inclinaison en plaçant un écran à 1 m de cette lentille.

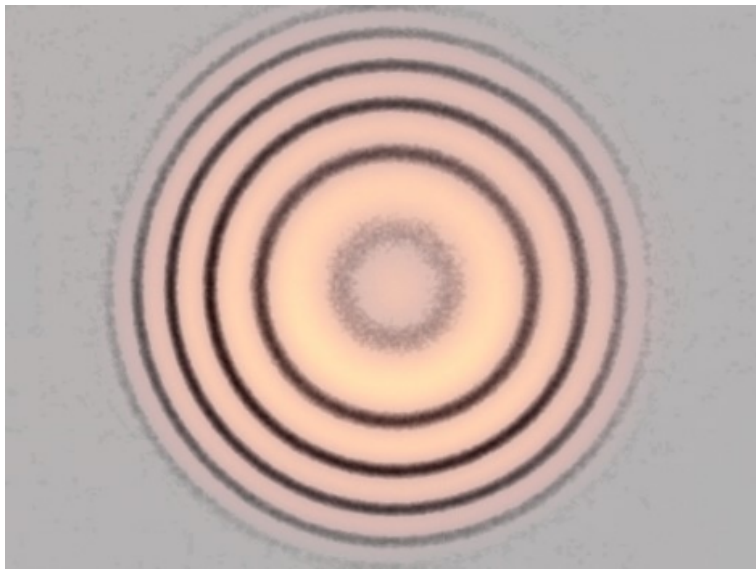


FIGURE 3 – Anneaux visibles à l'œil nu

🔍 Appel Professeur, à l'oral

Justifier l'emploi d'une lentille convergente pour observer les franges d'interférences.

📝 À rédiger

- ☐ Q 1 - Justifier le sens de déplacement du miroir pour diminuer l'épaisseur de la lame d'air.
- ☐ Q 2 - Déterminer à partir d'un schéma très simplifié l'interêt d'une lame compensatrice.

c) Evolution du rayon des anneaux

🔧 Expérience 3

- ✓ Charioter le miroir M_2 de façon à obtenir plus de 6 anneaux visibles sur l'écran.
- ✓ Relever la valeur e_1 du vernier.
- ✓ Mesurer les rayons 4 premiers anneaux sombres notés $\rho_{k=1..4}$

Les graduations du palmer permettent de lire les déplacements de M_1 au $1/100^{\text{ème}}$ de mm près. La graduation principale est composée d'une double graduation : mm sur la partie supérieure et 0,5 mm sur la partie inférieure. La partie tournante graduée est en $1/100^{\text{ème}}$ de mm.

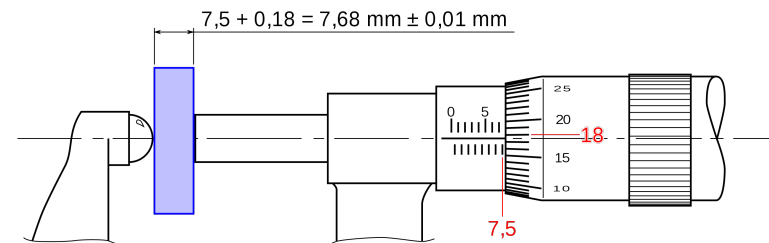


FIGURE 4 – Lecture au vernier micrométrique

Remarque 1 :

Le vernier ne mesure pas une valeur par rapport au contact optique mais par rapport à une origine quelconque.

À rédiger

- ☐ Q 3 - Tracer ρ_k^2 en fonction de k où k est le numéro de l'anneau
- ☐ Q 4 - Justifier à l'aide du coefficient de corrélation (fourni par votre calculatrice) que les rayons sont proportionnels à $\sqrt{k}$.

3 - Obtention de la teinte plate

Expérience 4

- ✓ Déplacer le miroir M_2 de sorte à ce que le nombre d'anneaux visibles soit le plus petit possible.
- ✓ Obtenir un éclaircissement uniforme sur l'écran.
- ✓ Noter la valeur e_2 du vernier.

Appel Professeur, à l'oral

Préciser à l'oral si l'éclaircissement uniforme sur l'écran correspond à des interférences ou à un brouillage.

À rédiger

- ☐ Q 5 - Grâce au coefficient directeur du tracé précédent, estimer la valeur de l'épaisseur de la lame d'air e .
- ☐ Q 6 - Comparer $e_2 - e_1$ avec la valeur précédente, conclure.
- ☐ Q 7 - Sachant que la longueur d'onde moyenne du doublet du sodium est $\lambda = 590 \text{ nm}$, estimer le nombre d'anneaux ayant défilés au centre de la figure.

II. Réglage en coin d'air

1 - Observation des franges rectilignes

La configuration en coin d'air s'obtient à partir du contact optique, en inclinant légèrement un des miroirs. On utilisera la vis de réglage fin pour cette manipulation.

Expérience 5

- ✓ Réaliser un montage optique utilisant une lentille convergente ($f' = 20 \text{ cm}$ de focale) permettant d'observer les miroirs sur un écran. On fera l'image d'une pointe de feuille de papier touchant les miroirs
- ✓ Tourner la vis de réglage fin d'environ un tour. On réalise ainsi un coin qui donne les franges rectilignes parallèles à l'arête du coin.

À rédiger

- ☐ Q 8 - Justifier l'utilisation d'une projection de la position des miroirs sur l'écran.
- ☐ Q 9 - Mesurer l'interfrange i' sur l'écran avec son incertitude. En déduire la valeur de l'interfrange i dans le plan d'interférence.
- ☐ Q 10 - En déduire la valeur de l'angle entre les miroirs et son incertitude.

Appel Professeur, à l'oral

Expliquer à l'oral l'orientation des franges rectilignes en fonction de la vis utilisée.

2 - Observation en lumière blanche

Il est important de relever la position du miroir M_1 afin de revenir à la position initiale en cas d'échec de manipulation.

🔧 Expérience 6

- ✓ remplacer la lampe spectrale par une lampe halogène ;
- ✓ chariotier légèrement le miroir dans un sens puis dans l'autre jusqu'à observer des franges colorées.
- ✓ Frotter fortement vos doigts sur une paume et approcher délicatement votre doigt d'un miroir (sans le toucher). Observer la modification de la figure. Faites Hôôôôô !

🔍 Appel Professeur, à l'oral

Expliquer pourquoi, en lumière blanche, la figure est colorée seulement au voisinage du contact optique. Expliquer pourquoi, en lumière blanche, les couleurs changent dans le jet de gaz

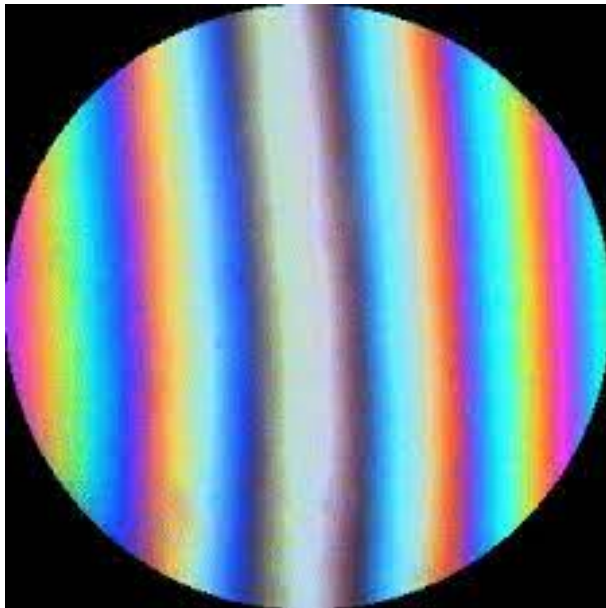


FIGURE 5 – Coin d'air en lumière blanche

3 - Spectre cannelé

🔧 Expérience 7

- ✓ Toujours en lumière blanche. La frange blanche est au centre. Repérer la position du miroir mobile. Introduire la lamelle (épaisseur e_p , indice n environ égal à 1.5) sur son support entre M_{mob} et la séparatrice. Les franges disparaissent.

📝 À rédiger

- ☐ Q 11 - Montrer qu'il faut rapprocher M_{mob} d'une distance $(n - 1) e_p$ pour ramener la frange blanche au centre. Repérer, alors, la position de M_{mob} .
- ☐ Q 12 - En déduire l'épaisseur de la lame.

🔧 Expérience 8

- ✓ Disposer une fente horizontale, parallèle aux franges, à la place de l'écran de projection de manière à analyser la lumière transmise par la fente.
- ✓ Placer ensuite une lentille de focale 25 cm de manière à ce que la fente soit dans le plan focal objet de la lentille, puis le prisme à vision directe.
- ✓ Déplacer M_{mob} de manière à observer un « blanc d'ordre supérieur » sur la fente. Observer dans le prisme à vision directe. On parle de spectre cannelé,

📝 À rédiger

- ☐ Q 13 - Compter le nombre de cannelures sur un certain domaine du spectre (par exemple rouge à vert) et vérifier la cohérence du résultat.

Exercice 1 Un interféromètre de Michelson est réglé en lame d'air. Il est éclairé par une lampe au mercure devant laquelle on a placé un diaphragme largement ouvert et un filtre interférentiel isolant la raie verte de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 546,1 \text{ nm}$. On place une lentille en sortie de l'interféromètre de distance focale image $f' = 50 \text{ cm}$. A partir de la situation où les deux bras sont égaux (contact optique), on déplace le miroir mobile M_2 de e dans le sens des x positifs.

☐ **Q 1** - Où sont localisées les franges d'interférences et comment les appelle-t-on ? Où doit-on placer l'écran pour observer des anneaux bien contrastés ?

☐ **Q 2** - En utilisant un schéma légendé de deux rayons qui interfèrent, exprimer la différence de marche en un point M de l'écran.

☐ **Q 3** - Exprimer l'ordre d'interférence p_0 au centre de la figure. La valeur est-elle entière ?

☐ **Q 4** - Qu'observe-t-on sur l'écran si e augmente. Justifier.

☐ **Q 5** - Exprimer le rayon ρ_n du n^{e} anneau brillant.

☐ **Q 6** - Montrer que ρ_n^2 est proportionnel à n . On écrira l'ordre au centre sous la forme $p_0 = \lfloor p_0 \rfloor + \varepsilon$.

☐ **Q 7** - Montrer que e s'exprime en fonction de la mesure de deux rayons ρ_1 et ρ_{1+n} par :

$$e = \frac{n \times \lambda}{(\rho_{n+1}/f')^2 - (\rho_1/f')^2}$$

Exercice 2 Un interféromètre de Michelson est réglé en lame d'air. Il est éclairé par une lampe au mercure devant laquelle on a placé un diaphragme largement ouvert et un filtre interférentiel isolant la raie verte de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 546,1 \text{ nm}$. On place une lentille en sortie de l'interféromètre de distance focale image $f' = 50 \text{ cm}$. A partir de la situation où les deux bras sont égaux (contact optique), on déplace le miroir mobile M_2 de e dans le sens des x positifs.

☐ **Q 1** - Où sont localisées les franges d'interférences et comment les appelle-t-on ? Où doit-on placer l'écran pour observer des anneaux bien contrastés ?

☐ **Q 2** - En utilisant un schéma légendé de deux rayons qui interfèrent, exprimer la différence de marche en un point M de l'écran.

☐ **Q 3** - Exprimer l'ordre d'interférence p_0 au centre de la figure. La valeur est-elle entière ?

☐ **Q 4** - Qu'observe-t-on sur l'écran si e augmente. Justifier.

☐ **Q 5** - Exprimer le rayon ρ_n du n^{e} anneau brillant.

☐ **Q 6** - Montrer que ρ_n^2 est proportionnel à n . On écrira l'ordre au centre sous la forme $p_0 = \lfloor p_0 \rfloor + \varepsilon$.

☐ **Q 7** - Montrer que e s'exprime en fonction de la mesure de deux rayons ρ_1 et ρ_{1+n} par :

$$e = \frac{n \times \lambda}{(\rho_{n+1}/f')^2 - (\rho_1/f')^2}$$