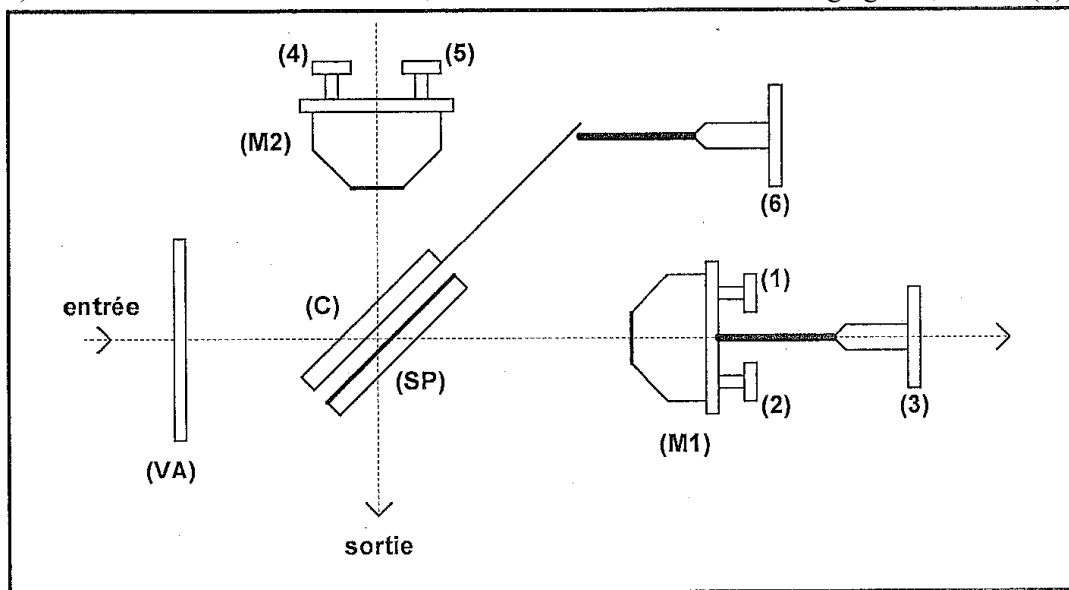


Interféromètre de Michelson

Réglages de base

L'interféromètre est schématisé ci-dessous.

- (VA) est le verre anticalorique situé en entrée.
- (SP) est la séparatrice fixe et (C), la compensatrice dont le parallélisme avec la séparatrice est réglé par la vis (6)
- (M1) est le miroir associé à l'axe d'entrée, orientable à l'aide des 2 vis de réglage grossier (notées (1) et (2)) et translatable à l'aide de la vis équipée d'un vernier notée (3).
- (M2) le miroir associé à l'axe de sortie, orientable à l'aide des 2 vis de réglage fin, notées (4) et (5).



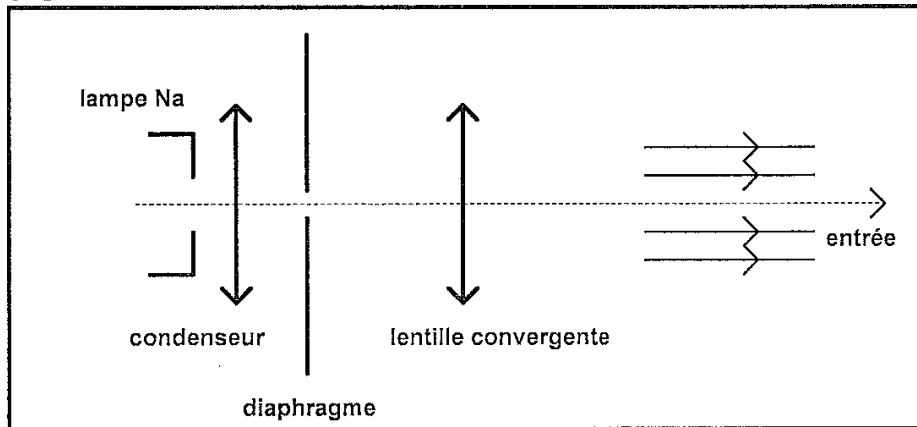
I- Préparation

- 1- La séparatrice étant une fine couche métallique déposée sur une plaque de verre d'épaisseur non négligeable, rappeler le rôle de la compensatrice. Pourquoi celle-ci doit-elle être rigoureusement parallèle à la séparatrice ?
- 2- Comment obtenir un faisceau parallèle à partir d'une source ponctuelle et d'une lentille mince convergente ? Rappeler la méthode dite d'autocollimation permettant, à l'aide d'un miroir plan, d'opérer le réglage souhaité.
- 3- On considère un objet plan et on dispose d'une lentille mince convergente, de distance focale image. A quelle distance de l'objet faut-il placer un écran pour obtenir sur celui-ci **l'image** de cet objet par la lentille mince utilisée, si l'on souhaite un grandissement transversal γ vérifiant $|\gamma| = 4$?
- 4- On considère les franges d'égale épaisseur obtenues, au voisinage d'un coin d'air d'angle α , à l'aide d'un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ , utilisé en incidence quasi normale (source peu étendue au foyer d'une lentille mince convergente). Retrouver l'expression de l'interfrange obtenu, en fonction de α et de λ .
- 5- On considère les anneaux d'égale inclinaison obtenus, à l'infini, en sortie d'un interféromètre de Michelson réglé en lame d'air d'épaisseur e , éclairé par un faisceau monochromatique de longueur d'onde λ . Rappeler, pour une inclinaison i donnée, l'expression de la différence de phase entre les

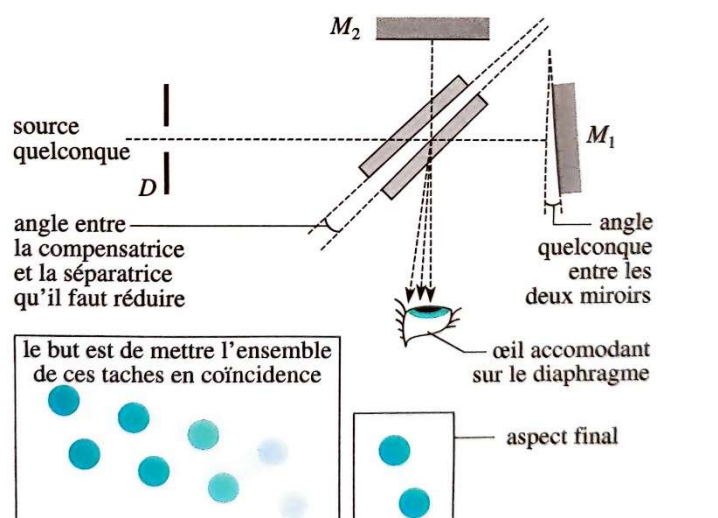
deux rayons interférant à l'infini, en fonction de e , λ et i . Pour e et λ fixées, pour quelle valeur de i l'ordre maximal d'interférence est-il obtenu ?

II- Réglage de la compensatrice

- 1- S'assurer (à l'œil ou en utilisant une règle en faisant attention à ne pas toucher aux miroirs) que les vis de réglage fin sont à mi-course. S'assurer également que les deux bras de l'interféromètre sont approximativement symétriques.
- 2- On utilise le condenseur pour faire converger les rayons sortant de la lampe à sodium sur l'orifice du diaphragme. Celui-ci étant réglé au minimum d'ouverture, on obtient en aval de la lentille convergente (prendre $f' = 15 \text{ cm}$) un faisceau quasi parallèle d'inclinaison très faible par rapport à l'axe d'entrée de l'interféromètre (réglage par autocollimation).



Après s'être assuré d'un alignement satisfaisant du dispositif d'entrée (les deux miroirs doivent être éclairés), observer directement en sortie de l'interféromètre le faisceau émergent. Vérifier que celui-ci contient de multiples points (ceux-ci étant des images par multiples réflexions sur la séparatrice, la compensatrice ainsi que sur les miroirs non orthogonaux entre eux). Agir sur la vis (6) de façon à modifier la position relative de la compensatrice et de la séparatrice. Constaté l'effet sur le faisceau observé en sortie. La situation optimale correspond à un parallélisme quasi parfait de la séparatrice et de la compensatrice.



- 3- Agir enfin sur les vis de réglage grossier pour confondre les deux derniers points. Ce réglage étant approximatif, les miroirs sont alors quasi-orthogonaux (**l'image** de l'un par la séparatrice fait un angle très faible avec l'autre).

III- Franges d'égale épaisseur et anneaux d'égale inclinaison en lumière monochromatique

Le réglage précédent a permis d'obtenir un coin d'air, d'angle α très faible. Des franges d'égales épaisseur sont donc observables. Afin de travailler plus aisément, on procède désormais à **la projection sur un écran du système de franges que l'on souhaite observer.**

- 1- Ouvrir progressivement le diaphragme. La source étant désormais étendue, les franges ne sont visibles **qu'au voisinage du coin d'air**, c'est-à-dire du miroir (M2). Placer en sortie de l'interféromètre une lentille mince convergente (prendre $f' = 20\text{ cm}$) et obtenir sur un écran une image réelle du miroir (M2) avec un grandissement de valeur absolue au moins égale à 4 (pour faire la mise au point, les bords du miroir doivent être nets). L'image du système de franges est alors (théoriquement) visible sur l'écran. Si tel n'est pas le cas, comment agir sur le Michelson pour les faire apparaître ?
- 2- Agir (**prudemment**) sur l'une des vis de réglage grossier. Constaté que cela provoque la variation de α et modifie la direction de l'arête du coin d'air. En agissant successivement sur l'une puis l'autre des vis de réglage grossier, **agrandir au maximum l'interfrange** (on agit sur la vis 1 jusqu'à obtenir un maximum d'interfrange, puis on fait de même avec la vis 2 puis on recommence avec la vis 1 ... et ainsi de suite jusqu'à obtenir une seule frange sur l'écran soit une intensité quasi uniforme). Vers quoi tend alors, dans cette limite, l'angle α ?
- 3- L'interféromètre étant alors réglé en lame d'air, des anneaux d'égale inclinaison sont (théoriquement) observables. Cependant, la source monochromatique étant étendue, ceux-ci ne sont bien contrastés qu'à **l'infini**. Placer en sortie une lentille mince convergente (prendre $f' = 1\text{ m}$) et un écran de façon à obtenir l'image de tout objet se trouvant à l'infini. En chariotant, les anneaux d'égale inclinaison doivent apparaître. Modifier alors le mode d'éclairage en entrée (le support du diaphragme est devenu inutile, la lentille d'entrée également) afin d'augmenter le champ accessible (on pourra rapprocher la lampe spectrale et le condenseur de la face d'entrée du Michelson).
- 4- Charioter, dans un sens puis dans l'autre, de façon à modifier l'épaisseur de la lame d'air. Décrire précisément, pour chaque sens, les modifications observées sur l'écran (nombre d'anneaux visibles, modification des rayons, « apparition » ou « disparition » d'anneaux au centre). Montrer que si les anneaux « rentrent » (c'est-à-dire disparaissent au centre), cela prouve que l'épaisseur de la lame diminue, alors que si les anneaux « sortent » (c'est-à-dire apparaissent au centre), cela prouve que l'épaisseur de la lame augmente. Constaté que les anneaux « grossissent » en rentrant et « rapetissent » en sortant. Commenter.
- 5- En faisant varier l'épaisseur de la lame d'air, constater l'apparition périodique de brouillages. Expliquer sachant que la lampe à sodium fournit en fait un doublet de 2 raies très proches ($\lambda_1 = 589,0\text{ nm}$ et $\lambda_2 = 589,6\text{ nm}$) (une simple constatation et une explication qualitative est attendue ici).
- 6- Déterminer, le plus précisément possible, la position du chariot correspondant à une épaisseur de lame nulle (contact optique). L'image du miroir (M1) par la séparatrice est alors confondue avec (M2). Repérer cette position (au centième de millimètre près) à l'aide du vernier associé à la vis (3).

IV- Lumière polychromatique

Remplacer la lampe à sodium (ne pas l'éteindre) par une lampe à mercure.

- 1- En chariotant, faire réapparaître les anneaux. Comment se manifeste le caractère polychromatique de la source ?
- 2- En se plaçant à proximité du contact optique, reprendre le mode de projection permettant de voir les franges d'égale épaisseur. Donner un peu d'angle (réglage grossier très prudemment ou réglage fin), et constater la réapparition des franges. Pour mieux les voir, modifier le mode d'éclairage en entrée. Translater le miroir (MI) afin de faire défiler les franges. Constater la périodicité chromatique.
- 3- Repasser en anneaux d'égale épaisseur (même démarche qu'avec la lampe à sodium), puis retrouver le contact optique. Le repérage de cette position est normalement plus précis que dans le cas précédent. Pourquoi ?

V- Lumière blanche

Remplacer la lampe à mercure (ne pas l'éteindre) par une lampe blanche (à incandescence). On obtient une teinte plate blanche.

- 1- En translatant, très légèrement, le miroir (MI) des irisations doivent apparaître (si tel n'est pas le cas, rechercher à nouveau le contact optique avec la lampe à mercure).
- 2- Reprendre en sortie le mode de projection permettant d'observer les franges d'égale épaisseur (faire l'image du miroir (M2)), et modifier le mode d'éclairage en entrée pour que celle-ci soit bien visible. Donner (réglage fin avec prudence) un peu d'angle et constater l'apparition de franges irisées.
- 3- Faire défiler les franges. Une fois la longueur de cohérence de la source lumineuse (tout juste) dépassée, placer un filtre sur le faisceau et constater la réapparition de franges. Expliquer.
- 4- Retirer le filtre, placer sur le faisceau émergent la fente (orientée colinéairement aux franges) puis le prisme à vision direct. Observer et commenter le spectre de la lumière blanche émergente. On parle de spectre cannelé ; comment expliquer la présence des cannelures sombres.

Interféromètre de Michelson

Réglages de base

Matériel

- 1 interféromètre de Michelson
- 1 lampe à vapeur de Sodium
- 1 lampe à vapeur de Mercure
- 1 lampe Quartz-Iode
- 1 miroir plan
- 1 diaphragme
- 1 condenseur
- 1 verre dépoli
- 1 lentille de 10cm
- 1 lentille de 20cm
- 1 lentille de 100cm
- 1 filtre interférentiel (550 nm par exemple)
- 1 fente (orientable)
- 1 PVD (un seul pour les différentes paillasses)
- 1 écran
- 1 lampe de poche
- 1 lampe de bureau