

Interféromètre de Michelson

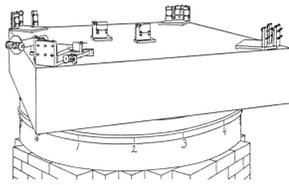
Dispositif optique inventé par A. Michelson

L'interféromètre de Michelson a été utilisé dans l'expérience de Michelson-Morley, qui a permis de montrer que la vitesse de la lumière dans le vide est indépendante du référentiel d'observation.

A. Michelson a reçu le prix Nobel de Physique en 1907 « pour ses instruments optiques de précision et les études spectroscopiques et métrologiques menées grâce à ces appareils »



A. Michelson

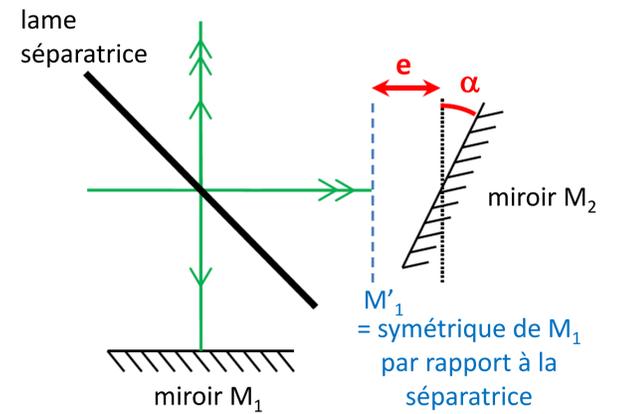
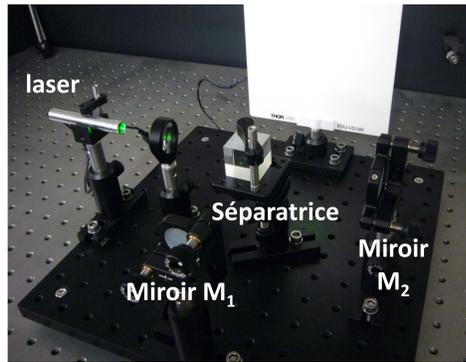


Dispositif utilisé par Michelson et Morley dans leur expérience en 1887

Figure tirée de A. A. Michelson and E. W. Morley, *Philos. Mag.* S.5 24, 449-463 (1887)

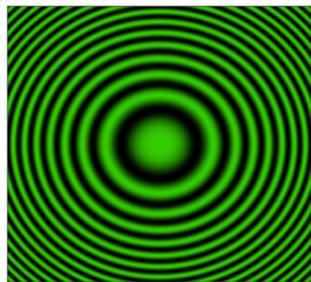
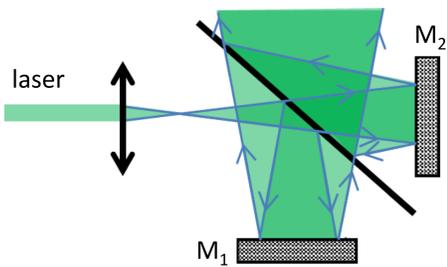
Interféromètre à division d'amplitude

A la différence du dispositif des fentes d'Young, l'interféromètre de Michelson est un interféromètre à division d'amplitude. C'est l'un des rares interféromètres où les chemins suivis par les deux ondes lumineuses sont bien séparés.



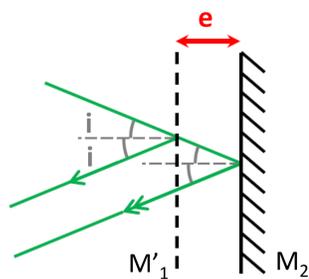
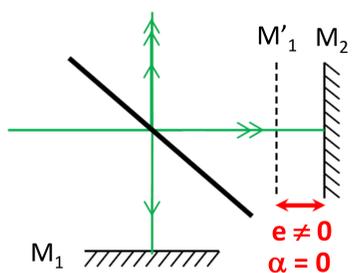
Anneaux d'égale inclinaison

Les miroirs sont perpendiculaires entre eux. Les rayons lumineux ont des inclinaisons différentes. On observe des anneaux.



Les miroirs M₂ (réel) et M'₁ (fictif) sont parallèles et forment une lame d'air.

Schéma équivalent de l'interféromètre

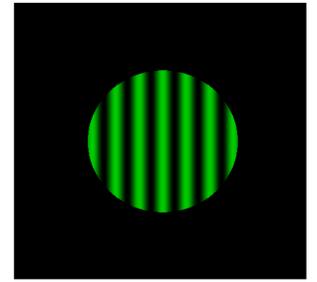
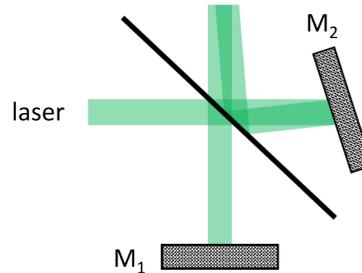


Les deux rayons correspondant aux ondes qui interfèrent ont la même inclinaison i par rapport aux miroirs. Les anneaux correspondent à différentes inclinaisons.

Pour $e = 0$ et $\alpha = 0$, on n'observe plus d'anneaux: on dit qu'on est au contact optique.

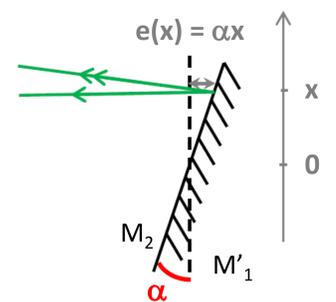
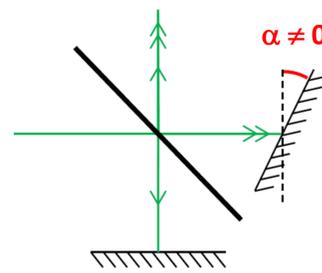
Franges d'égale épaisseur

Les miroirs ne sont pas parfaitement perpendiculaires et sont éclairés avec une source de rayons parallèles. On observe des franges rectilignes.



Les miroirs M₂ (réel) et M'₁ (fictif) forment un coin d'air.

Schéma équivalent de l'interféromètre



Différence de marche $\delta = 2e(x)$
Franges brillantes = interférences constructives pour $\delta = k\lambda$

Les deux rayons « sondent » l'épaisseur $e(x)$ du coin d'air. Les franges correspondent à différentes épaisseurs $e(x)$.

Applications

L'interféromètre de Michelson est un formidable outil pour mesurer des longueurs de l'ordre du micromètre et plus, avec une très bonne précision.

- Il a été utilisé par Michelson et J.-R. Benoît (directeur du Bureau International des Poids et Mesures BIPM de 1889 à 1915) pour déterminer la valeur du mètre en longueurs d'onde de la raie rouge du cadmium.
- Il peut être utilisé pour tester la planéité et la qualité d'éléments optiques: miroirs, filtres, lames de verre, etc.
- Il peut être également utilisé par exemple pour mesurer l'indice de réfraction de gaz.



<http://www.ego-gw.it/>

Interféromètre VIRGO

VIRGO est un interféromètre de Michelson dont les bras ont une longueur de 3 km. Il est construit près de Pise (Italie) et a pour but de vérifier l'existence d'ondes gravitationnelles, prédites par la théorie de la relativité générale d'Albert Einstein. Il existe d'autres interféromètres similaires: LIGO (USA), eLISA (projet d'interféromètre spatial de l'Agence Spatiale Européenne - ESA), etc.