

Interférences

I – Interférences à deux ondes

DÉF Nous parlons d'*interférence* lorsque l'éclairement de deux ondes n'est **pas** égale à la somme des éclairements de ces deux ondes.

LOI Pour qu'il y ait interférence entre deux ondes, il **faut** :

- qu'elles aient la même pulsation (condition de synchronisme);
- qu'elles soient issues du même train d'onde (condition de cohérence).

LOI Deux points sources physiquement différents ne peuvent pas engendrer d'interférences.

FORMULE DE FRESNEL

LOI Pour deux ondes qui interfèrent, quelles que soient leurs natures, l'éclairement s'écrit

$$\mathcal{E}(M) = \mathcal{E}_1(M) + \mathcal{E}_2(M) + 2\sqrt{\mathcal{E}_1(M)\mathcal{E}_2(M)} \times \cos(\Delta\varphi) \quad \text{où :}$$

$\Delta\varphi$ est la différence de phase entre les ondes ondes au point M .

LOI Pour deux ondes de même amplitude qui interfèrent, quelles que soient leurs natures, l'éclairement s'écrit

$$\mathcal{E}(M) = \frac{\mathcal{E}_{\max}}{2} (1 + \cos(\Delta\varphi)) \quad \text{où :}$$

$\Delta\varphi$ est la différence de phase entre les ondes ondes au point M .

DÉF L'interférence est dite *constructive* (resp. *destructive*) lorsque l'éclairement obtenu est supérieur (resp. inférieur) à la somme des éclairements des deux ondes.

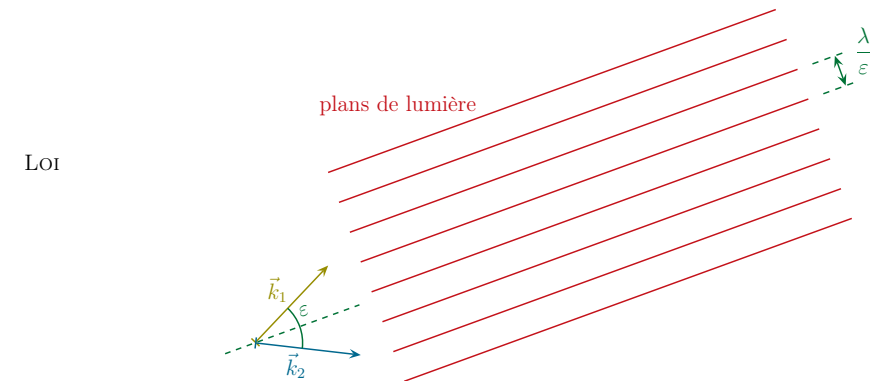
DÉF L'interférence de deux ondes est dite *constructive* lorsque l'éclairement est maximale et elle est dite *destructive* lorsque l'éclairement est nul.

LOI L'interférence de deux ondes est :

- constructive lorsque les deux ondes sont en phase ($\Delta\varphi = 2p\pi$ avec p entier);
- destructive lorsque les deux ondes sont en opposition de phase ($\Delta\varphi = \pi + 2p\pi$ avec p entier).

DÉF La *figure d'interférence* est l'éclairement reçu par un écran de l'interférence d'ondes lumineuses.

L'interférence de deux OPPM faisant un angle $\varepsilon \ll 1$ entre elles forme des plans de lumière parallèles entre eux, dans la direction moyenne des deux OPPM et distants de $\frac{\lambda}{\varepsilon}$

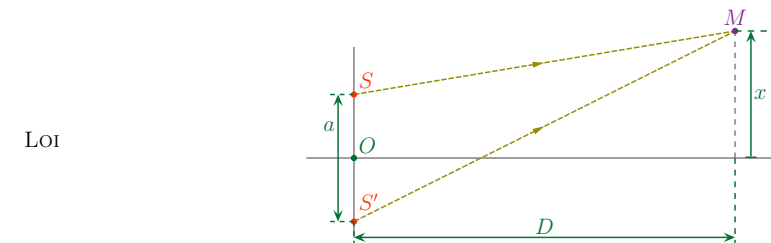


LOI Pour deux ondes, la différence de phase s'écrit

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi\delta}{\lambda_0}$$

→ λ_0 la longueur d'onde dans le vide, même si le dispositif n'est pas le vide;
 → δ la différence de marche entre les ondes qui interfèrent.

LOI Dans la situation suivante où S et S' interfèrent nous avons $S'M - SM = \frac{ax}{D}$



→ a est le distance entre les deux sources cohérentes;
 → x est compté à partir du plan médiateur des sources;
 → D est la distance entre les sources et l'écran.

DÉF Une *frange brillante* est une bande de lumière sur un écran où il y a des interférences.
 Une *frange sombre* est une bande où il n'y a pas de lumière.

LOI Une frange brillante (resp. sombre) correspond à une interférence constructive (resp. destructive).

DÉF L'ordre d'interférence au point M est le nombre réel p défini par

$$p = \frac{\delta(M)}{\lambda_0}$$

LOI Si l'ordre d'interférence p est entier au point M :

- les deux ondes arrivent en phase, l'interférence est constructive ;
- M appartient à une frange brillante.

LOI Si l'ordre d'interférence p est demi-entier au point M :

- les deux ondes arrivent en opposition de phase, l'interférence est destructive ;
- M appartient à une frange sombre.

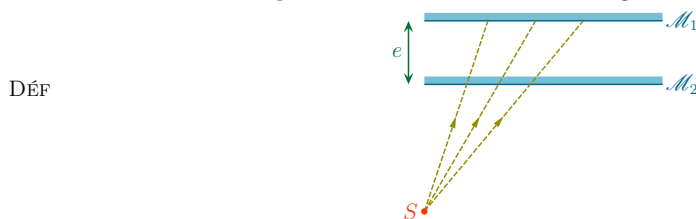
DÉF L'interfrange est la distance entre deux franges de même nature.

LOI Plus les causes sont petites, plus les conséquences sont grandes.

LOI Lorsque deux sources sphériques S_1 et S_2 interfèrent :

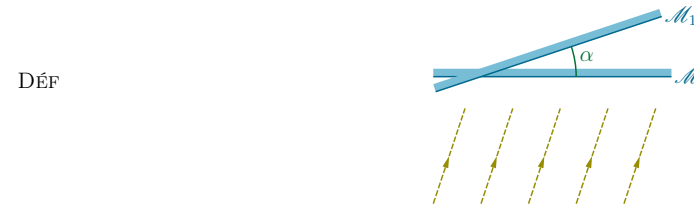
- si l'observation se fait sur un écran parallèle à S_1S_2 et loin des sources, les franges sont rectilignes ;
- si l'observation se fait sur un écran orthogonal à S_1S_2 , les franges sont circulaires.

Lorsque dans le système optique équivalent à l'interféromètre de MICHELSON les deux miroirs sont parallèles, l'interféromètre est dit réglé en lame d'air d'épaisseur e .



LOI Lors d'un réglage en lame d'air, l'interféromètre est éclairé par une onde sphérique.

Lorsque dans le système optique équivalent à l'interféromètre de MICHELSON les deux miroirs ne sont pas parallèles, l'interféromètre est dit réglé en coin d'air d'angle α .



LOI Lors d'un réglage en lame d'air, l'interféromètre est éclairé par une onde plane.

LOI Dans le cas d'un réglage en lame d'air, la figure d'interférence observée est un ensemble de franges circulaires concentriques.

LOI Dans le cas d'un réglage en lame d'air d'épaisseur e la différence de marche s'écrit

$$\delta = 2e \cos i \quad \text{où}$$

i est l'angle d'incidence du rayon issu de la source.

DÉF Les franges observées suite aux interférences créées par l'interféromètre de MICHELSON réglé en lame d'air sont appelées franges d'égale inclinaison.

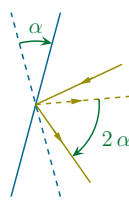
LOI Pour un interféromètre de MICHELSON réglé en lame d'air, diminuer l'épaisseur fait mourrir les anneaux au centre de la figure d'interférence.

DÉF L'interféromètre de MICHELSON est dit au contact optique lorsque le système optique équivalent correspond à une lame d'air d'épaisseur nulle.

LOI Au contact optique, l'éclairement observé est uniforme.

À onde incidente fixée, lorsqu'un miroir plan tourne d'un angle θ , l'onde réfléchi tourne d'un angle 2θ .

LOI



L'interféromètre de MICHELSON réglé en coin d'air d'angle α et éclairé par une onde plane crée une figure d'interférence constituée de franges parallèles distantes de $\frac{\lambda}{2\alpha}$.

LOI

DÉF

Un interféromètre *à division du front d'onde* est un interféromètre où les ondes qui interfèrent ont été séparées au niveau de la source.

DÉF

Un interféromètre *à division d'amplitude* est un interféromètre où les ondes qui interfèrent ont été séparées après la source, souvent par un dispositif partiellement transparent et partiellement réfléchissant.

II – Problèmes de cohérence

LOI

Lorsque deux (ou plusieurs) sources n'interfèrent pas, l'éclairement résultant est la somme des éclairagements séparés.

LOI

Lorsqu'il y a superposition de deux systèmes de franges, il y a brouillage lorsque les deux systèmes de franges sont décalés d'une demi-frange.

LOI

Dans le cas d'interférences donnant des bandes parallèles, prendre une fente source dans la direction des bandes permet d'augmenter la luminosité dans créer de brouillage.

DÉF

La fonction *sinus cardinal* est définie par

$$\text{sinc}(\theta) = \frac{\sin \theta}{\theta}$$

LOI

La fonction $\text{sinc}(x)$ est nulle pour les x qui annulent $\sin x$ sauf pour $x = 0$ pour laquelle $\text{sinc}(0) = 1$.

LOI

Un sinus cardinal diminue globalement lentement.

DÉF

Le *contraste* Γ est proportion de l'amplitude locale des oscillations d'éclairement par rapport à l'éclairement maximal.

LOI

Le contraste peut dépendre du point considéré.

LOI

Il n'y a **aucun** problème de cohérence spatiale pour un interféromètre de MICHELSON réglé en lame d'air avec observation à l'infini optique.

LOI

Dans le cas de l'interféromètre de MICHELSON réglé en coin d'air et éclairé par une source large en incidence quasi-normale, il y a brouillage partout sauf au niveau des miroirs.

LOI

Pour un interféromètre de MICHELSON réglé en coin d'air, l'interfrange **sur les miroirs** vaut $\frac{\lambda_0}{2\alpha}$.

LOI

Il y a brouillage à cause de l'incohérence temporelle dès lors que la différence de marche entre les ondes qui interfèrent sont plus grande que la longueur de cohérence d'un train d'onde.

DÉF

Lorsqu'il y a brouillage dans un dispositif interférentiel éclairé par de la lumière blanche, le blanc obtenu est appelé *blanc d'ordre supérieur*.

LOI

Le spectre d'un blanc d'ordre supérieur est un spectre cannelé.

DÉF

La *zone d'interférence* est la portion de l'espace où il est possible d'observer des interférences quand il n'y a pas de problème de cohérence.




LOI

La zone d'interférence est le lieu de l'espace où les ondes peuvent se croiser.

DÉF

Les interférences sont dites *localisées* quand, à cause de problèmes de cohérence, elles ne sont visibles que dans une portion restreinte de la zone d'interférence.

L01

réglage	source	interférences	franges
lame d'air	ponctuelle pas à l'infini	non localisée	
	large pas à l'infini	localisée à l'infini	
coin d'air	ponctuelle à l'infini	non localisée	
	large à l'infini	localisée sur les miroirs	