Exercices Interférences P 89 – Correction

Ex n°18

a. Longueur d'onde : $\lambda = \frac{c}{f}$ A.N. $\lambda = \frac{340}{4,25\times10^{4}} = 8,00\times10^{-3}\,m$

b. Dans la partie commune, les sources **cohérentes** produisent des ondes qui se superposent. En conséquence leurs amplitudes s'additionnent et on peut observer des interférences constructives et destructives.
Rq : les sources sont cohérentes car elles sont produites à partir d'une source unique : le GBF

c. Les interférences sont constructives si la différence de marche entre les deux distances parcourues par chaque onde est égale à un nombre entier de fois la longueur d'onde.
$\delta = k\,.\,\lambda$

Les interférences sont destructives su la différence de marche est égale à un nombre impair de fois la longueur d'onde.
$\delta = (2k+1)\,.\,\lambda$

d.

Points	M	N	P
Distance E1 = d_1	234	252	312
Distance E2 = d_2	226	256	328
$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{d_2 - d_1}{\lambda}$	1	-0,5	-2
Interférences	constructive	destructive	destructive

Ex n°19

On mesure l'interfrange i sur chacune des figures interférentielles :
Pour la figure obtenue avec la diode Laser verte : i_V=35/9 = 3,9mm
Pour la figure obtenue avec la diode Laser rouge : i_R=32/7 = 4,6mm

Calculons les rapports i_V/λ_V et i_R/λ_R :
$i_V/\lambda_V = 3,9\times10^{-3}/532\times10^{-9} = 7,3\times10^{3}$
$i_R/\lambda_R = 4,6\times10^{-3}/650\times10^{-9} = 7,1\times10^{3}$

Aux erreurs de mesure près, on peu considérer que le coefficient est constant.
En effet : la règle utilisée pour mesurer l'interfrange est graduée au mm. L'incertitude type sur la mesure est donc : $u_m = \frac{1}{\sqrt{3}} = 5,8\times10^{-1}\,mm$

On en déduit l'incertitude type sur chaque interfrange : $u_{iV} = \frac{u_m}{9} = \frac{5,8\times10^{-1}}{9} = 6,4\times10^{-2}\,mm$

$$u_{iR} = \frac{u_m}{7} = \frac{5,8\times10^{-1}}{7} = 8,3\times10^{-2}\,mm$$

D'où l'incertitude élargie sur chaque mesure :

$$\Delta i_V = 2u_{iV} = 2\times6,4\times10^{-2} = 1,3\times10^{-1}\,mm = 0,1\,mm$$

$$\Delta i_R = u_{iR} = 2\times8,3\times10^{-2} = 1,7\times10^{-1}\,mm = 0,2\,mm$$

Ecriture des résultats :

i_V =3,9 ± 0,1 mm soit 3,8 mm < i_V < 4,0 mm avec un niveau de confiance de 95%
i_R=4,6 ± 0,2 mm soit 4,4 mm < i_V < 4,8 mm avec un niveau de confiance de 95%

D'où l'encadrement du coefficient de proportionnalité :

$7,1\times10^3 < i_V/\lambda_V < 7,5\times10^3$

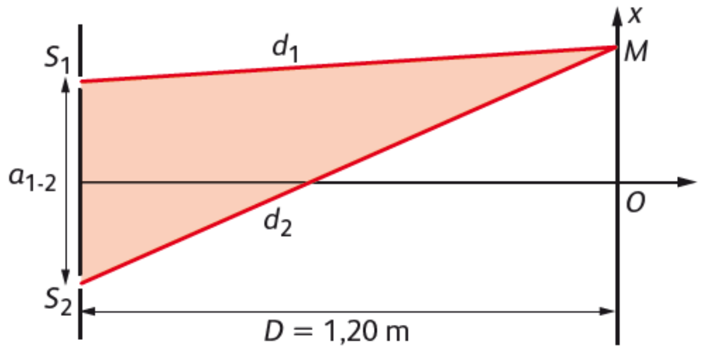
$7,1\times10^3 < i_R/\lambda_R < 7,4\times10^3$

On constate que les deux intervalles se recouvrent. On peut donc en conclure qu'il existe une valeur commune qui correspond au coefficient de proportionnalité.

Exercice interfrange

Compétences générales *Effectuer un calcul – Restituer ses connaissances*

Des fentes d'Young, distantes de $a_{1-2} = 0{,}20$ mm, sont éclairées par un faisceau laser de longueur d'onde dans le vide (et dans l'air) $\lambda = 680$ nm. Les deux sources émettent en phase. On observe la figure d'interférence sur un écran placé à 1,20 m du plan des fentes.



a. La frange centrale (point O sur le schéma) est-elle noire ou brillante ? Justifier.

b. En un point M d'abscisse x, la différence de marche est donnée par la relation : $\delta = \frac{a_{1-2}x}{D}$.

À quelle distance x du point O se trouve le milieu de la première frange sombre ? En déduire l'interfrange.

a. Les distances $d_1=S_1O$ et $d_2=S_2O$ sont identiques. La différence de marche $\delta=d_2-d_1$ est nulle. Il y a interférences constructives en O ($\delta = k\,.\,\lambda$ avec $k = 0$). On observe une frange brillante.

b. On a des interférences destructives si $\delta = \frac{a_{1-2}\cdot x}{D} = (2k+1)\cdot\frac{\lambda}{2}$

On en déduit : $x = (2k+1)\cdot\frac{\lambda\cdot D}{2\cdot a_{1-2}}$

La première frange sombre est obtenue pour x le plus petit, soit lorsque k=0 ; il en résulte :

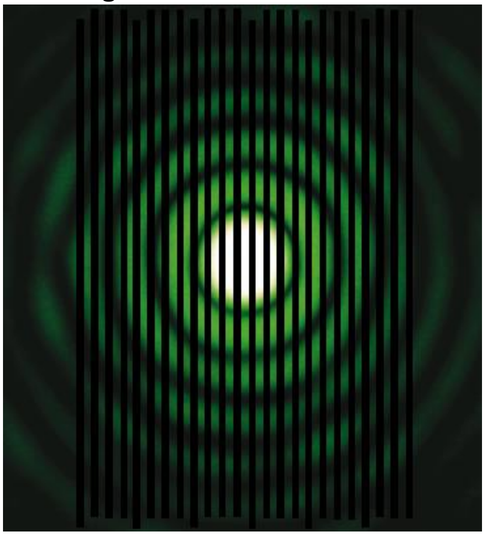
$$x_{Sombre} = \frac{\lambda\cdot D}{2\cdot a_{1-2}}$$

A.N. $x_{Sombre} = \frac{680\times10^{-9}\times1{,}20}{2\times0{,}20\times10^{-3}} = 2{,}0\times10^{-3}\,m$

L'interfrange est deux fois plus grande : i = 4,0mm

N°31

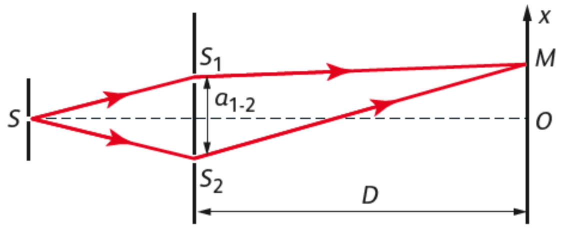
a. Le dispositif permet d'obtenir des interférences parce que les deux trous sont des sources cohérentes.
b. Elles émettent sans déphasage (les ondes issues de chaque source sont en phases)
Chaque onde parcourt la même distance jusqu'au centre C.
La différence de marche est donc nulle au point C. Les interférences sont donc constructives au point C.
c. Idem pour le point A
d. Les franges d'interférence sont verticales :



Exercice : largeur de la fente source

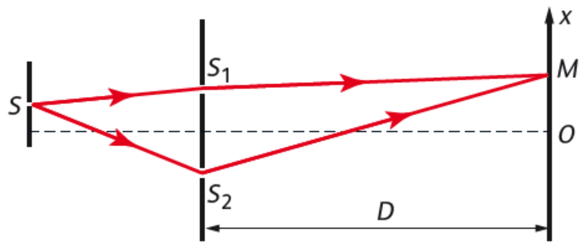
On réalise une expérience d'interférence en lumière monochromatique avec deux sources secondaires S_1 et S_2 éclairées par une source placée derrière une fente S très fine.
Dans un premier temps, la fente S est sur l'axe de symétrie des sources secondaires S_1 et S_2.

Données : $\lambda = 650$ nm, $D = 2{,}0$ m et $a_{1-2} = 0{,}20$ mm.



a. Les sources S_1 et S_2 émettent-elles en phase ? Justifier.
b. Dans ces conditions, les interférences sont-elles constructives ou destructives au point O ?
c. Calculer l'interfrange.
d. Le point M, d'abscisse $x = 13$ mm, est-il au centre d'une frange brillante ou d'une frange sombre ?

Dans un deuxième temps, on déplace la fente-source S, parallèlement au plan de sources secondaires vers le haut.



e. Les deux sources secondaires émettent-elles toujours en phase ?
f. Quelle est la source qui est en retard par rapport à l'autre ?
g. On suppose que le déplacement de la fente-source S correspond à un retard d'une demi-période d'une source secondaire par rapport à l'autre.
Quelle est maintenant la nature de la frange située en O ? Justifier.
h. L'interfrange est-il modifié ?
Que se passe-t-il si on remplace la fente S par une source étendue, de largeur égale à la distance dont on a déplacé la fente S ?

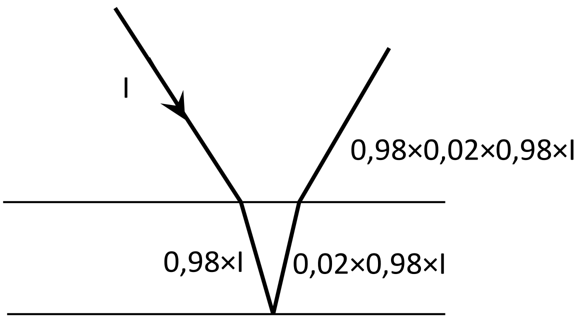
a. Les sources émettent en phase puisque $SS_1 = SS_2$. Chacune des sources secondaires S_1 et S_2 reçoit avec le même retard l'onde provenant de la source principale S.
b. Les interférences sont constructives au point O car $\delta_O = 0$ ($S_1O = S_2O$)
c. Formule du cours (démonstration du cours) : $i = \lambda.D/a$ A.N. $i = 6{,}5$mm
d. Calculons x/I : $\dfrac{x}{i} = \dfrac{x \cdot a}{\lambda \cdot D}$ A.N. $\dfrac{x}{i} = \dfrac{13\times10^{-3}\times0{,}20\times10^{-3}}{650\times10^{-9}\times2{,}0} = 2$
x = 2.i soit un nombre entier de fois l'interfrange : on est à nouveau au centre d'une frange brillante.
e. Les deux sources n'émettent plus forcément en phase : SS_1 et SS_2 sont différents.

f. LA source S_2 est en retard par rapport à la source S_1. (signal reçu par S_2 en retard par rapport à S_1)
g. S'il y a un retard de T/2, les sources émettent en opposition de phase.
En O, il y aura toujours opposition de phase entre les 2 ondes qui interférent et on observera donc des interférences destructives. On observe une frange sombre en O.
h. L'interfrange ne change pas : ni λ, ni a , ni D ne sont modifiés.
i. Pour une source étendue, chaque point de la source se comporte comme une source qui introduit un déphasage entre S1 et S2. Sur l'écran se superposeront toutes les figures d'interférences qu'on obtiendrait à partir de chaque point S de la source, décalés les unes par rapport aux autres. Globalement on ne voit plus d'interférences.

N°34

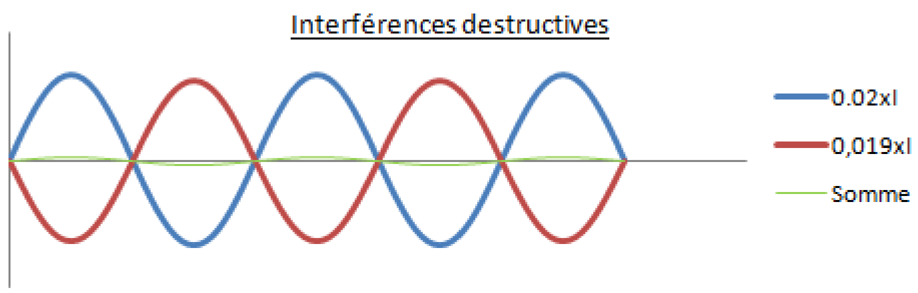
a. On note I l'intensité lumineuse du rayon incident (rayon 1)

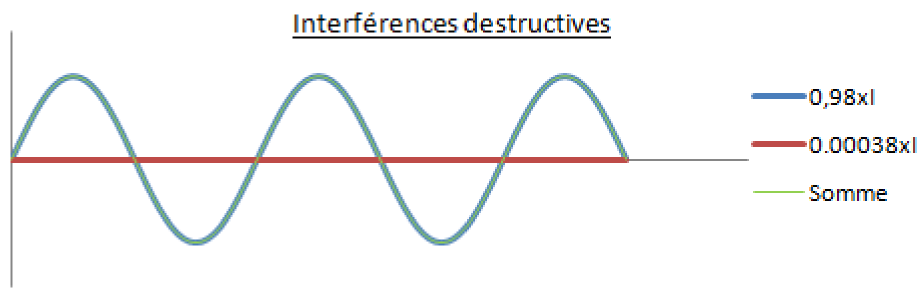
Le rayon R1 n'a subi qu'une seule réflexion : $I_{R1}=0{,}02\times I$
Le rayon R2 a subi une transmission (air→ eau) puis une réflexion, puis une nouvelle transmission (eau→air) : $I_{R2}=0{,}98\times0{,}02\times0{,}98\times I = 0{,}019\times I$



Le rayon T1 a subi deux transmissions : $I_{T1}=0{,}98\times0{,}98\times I=0{,}96\times I$
Le rayon T2 a subi deux transmissions puis deux réflexions : $I_{T2}=0{,}98\times0{,}02\times0{,}98\times0{,}02\times I=3{,}8\times10^{-4}\times I$

b. Les interférences sont les plus marquées pour les rayons réfléchis car, bien que moins importante, leurs intensités lumineuses sont comparables :

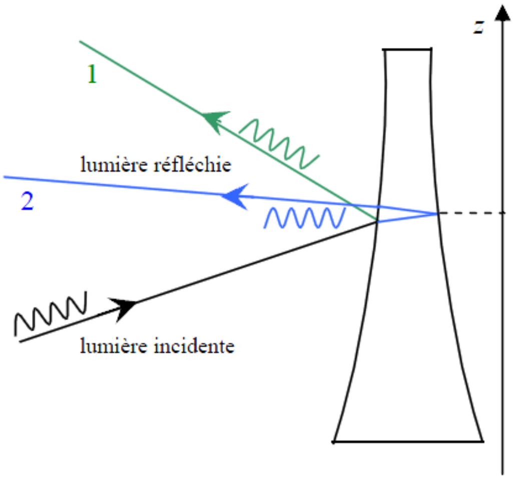




Dans le cas des interférences entre rayons transmis, l'intensité résultante est quasiment égale à l'intensité de T1 : on ne distingue pas de figure interférencielle.

Les interférences destructives sont plus marquées lors de la réflexion : l’intensité est pratiquement nulle. On voit donc mieux les couleurs par réflexion. Par transmission, il n’y a pratiquement pas de différence entre les maxima et les minima d’intensité. Les interférences sont très peu contrastées.

Bulle de savon :



allure des franges d’interférences, en lumière monochromatique