Exercices du chapitre 1 sur les interférences à deux ondes.

Exercice 1 : Deux ondes monochromatiques planes de même amplitude et même fréquence, mais de vecteurs d'ondes opposés interfèrent.

- Calculer l'amplitude puis l'intensité de l'onde résultante.
- Déterminer la forme des franges d'interférence, et l'interfrange.
- Quel nom donne-t-on à l'onde résultante ?

Exercice 2 : Deux ondes sphériques monochromatiques de même amplitude et même fréquence, mais émises par deux sources ponctuelles différentes S_1 et S_2, interfèrent.

- En se plaçant loin des sources, quelle est l'expression de l'amplitude, puis de l'intensité, de l'onde résultante ? On supposera pour le facteur 1/r que $S_1M \approx S_2M$ si M est le point d'observation.
- Quelle relation entre S_1M et S_2M définit les surfaces d'égale intensité. En déduire qu'il s'agit d'hyperboloïdes de révolution, de foyers S_1 et S_2.
- Quelle est la forme des franges si on observe dans un plan perpendiculaire à (S_1S_2) ? dans un plan parallèle à (S_1S_2) ?

Exercice 3 : On réalise des interférences à deux ondes avec une lampe à vapeur de sodium. Les deux raies jaunes, de longueurs d'onde $\lambda_1 = 589{,}0$ nm et $\lambda_2 = 589{,}6$ nm contribuent.

- Ecrire l'intensité totale sous la forme $I = I_0(2 + \cos(2\pi\nu_1\tau) + \cos(2\pi\nu_2\tau))$, où les ν sont les fréquences des ondes, et où τ est à expliciter en fonction de la différence de marche et de la vitesse de la lumière dans le vide.
- On pose $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_2$ et $\nu_0 = (\nu_1 + \nu_2)/2$. Montrer que $I = 2I_0(1 + \cos(\pi\Delta\nu\tau)\cos(2\pi\nu_0\tau))$.
- Pour quelle valeur de la différence de marche la visibilité des franges s'annule-t-elle ? Comment cette valeur est-elle reliée à la longueur de cohérence du doublet du sodium ?

Exercice 4 : On réalise une interférence à deux ondes avec une lumière quasi-monochromatique issue de la raie rouge du cadmium, de longueur d'onde $\lambda = 643{,}8$ nm. L'objectif est de déterminer la largeur de cette raie, qu'on supposera rectangulaire de largeur $\Delta\nu$ en fréquence, ou $\Delta\lambda = \lambda^2\Delta\nu/c$ en longueur d'onde. Les fréquences qui contribuent à la raie sont comprises entre $\nu_0 - \Delta\nu/2$ et $\nu_0 + \Delta\nu/2$, et contribuent à l'intensité de la figure d'interférence avec le poids $dI = I_0(1 + \cos(2\pi\nu\tau))d\nu$.

- Montrer que l'intensité totale est $I = 2I_0\Delta\nu(1 + \frac{\sin(2\pi\Delta\nu\tau)}{2\pi\Delta\nu\tau}\cos(2\pi\nu_0\tau))$.
- A l'aide d'un interféromètre de Michelson, on mesure que la visibilité des franges s'annule pour une différence de marche de 30 cm. En déduire la longueur de cohérence de la raie du cadmium, puis la largeur en fréquence et la largeur en longueur d'onde de la raie rouge du cadmium.

Exercice 5 : On considère une source S éclairant deux trous d'Young S1 et S2. On note $\overrightarrow{u_1}$ et $\overrightarrow{u_2}$ les vecteurs unitaires des droites joignant S à S1 et S2.

- Montrer que pour une deuxième source éloignée de S de $\overrightarrow{\Delta S}$, il apparait une différence de marche $\overrightarrow{\Delta S}.(\overrightarrow{u_2} - \overrightarrow{u_1})$. Cette deuxième source a donc un système de franges décalées par rapport à S.
- Montrer qu'on peut remplacer les trous S, S1 et S2 par des fentes perpendiculaires à (S1S2) sans modifier le contraste.
- Montrer qu'on peut utiliser une source étendue avec un interféromètre à division d'amplitude.