

TD interférences à N ondes

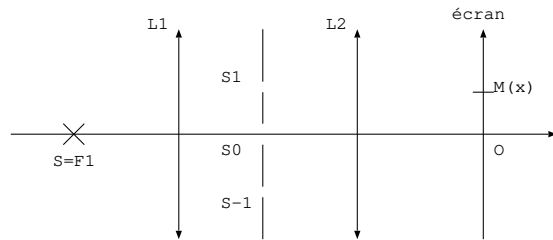
I. Réseau de diffraction

- On éclaire sous incidence normale un réseau de 400 *traits/mm* avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 680 \text{ nm}$. Calculer a et prévoir les ordres visibles et calculer l'angle de diffraction dans l'ordre -2 .
- On éclaire un réseau de 500 *traits/mm* sous incidence $i_0 = 30^\circ$ avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 580 \text{ nm}$. Prévoir les ordres visibles.
- On considère un réseau de 800 *traits/mm*. Déterminer l'angle d'incidence et l'angle de déviation, au minimum de déviation dans l'ordre 1 pour $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$.
- Donner la plage des angles d'incidence i_0 pour lesquels l'ordre $+3$ est observable pour $\lambda = 542 \text{ nm}$ pour un réseau de 300 *traits/mm*.

Réponses: 1- $a = 2,5 \mu\text{m}$, on voit 7 ordres 2- on voit 7 ordres 3- $i_0 = -13,6^\circ$ et $D_m = 27^\circ$ 4- $-90^\circ < i_0 < 30^\circ$

II. Interférences à 3 ondes

On considère le système interférentiel ci-contre, où S est une source monochromatique ponctuelle placée au foyer de L_1 . L'écran est placé dans le plan focal image de L_2 . S_0 , S_1 et S_{-1} sont trois fentes identiques distantes de a . On note f'_1 et f'_2 les focales images des lentilles.

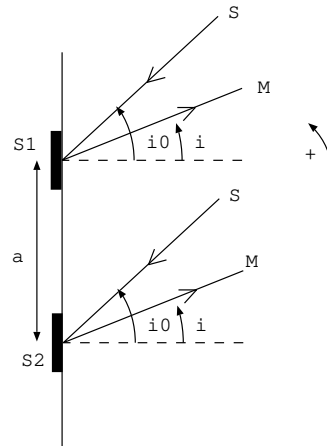


- Construire les trois rayons issus de S qui interfèrent en M . Exprimer $\delta_{1/0}(M) = (SS_1M) - (SS_0M)$. En déduire sans calcul $\delta_{-1/0}(M) = (SS_{-1}M) - (SS_0M)$ et $\delta_{1/-1}(M) = (SS_1M) - (SS_{-1}M)$.
- On note $s_0(M, t) = a_0 \cos(\omega t)$ et $s_1(M, t) = a_0 \cos(\omega t + \phi(M))$ l'amplitude des ondes au point M à l'instant t qui sont passées par S_0 et par S_1 . Exprimer $s_{-1}(M, t)$, l'amplitude de l'onde au point M à l'instant t qui est passée par S_{-1} . En déduire que l'amplitude de l'onde résultante est de la forme $s(M, t) = a_0 \cos(\omega t)(1 + 2 \cos \phi(M))$.
- En déduire l'intensité au point M en fonction de I_0 , intensité des ondes $s_0(M, t)$, $s_1(M, t)$ et $s_{-1}(M, t)$.
- Déterminer les valeurs de ϕ qui correspondent aux franges brillantes et l'intensité des franges brillantes. Déterminer la demi-largeur $\Delta\phi$ des franges brillantes.

Réponses: 1- $\delta_{1/0}(M) = \frac{-ax}{f'_2}$ 3- $I(M) = I_0(1 + 2 \cos \phi(M))^2$ 3- $\Delta\phi = \frac{2\pi}{3}$ et $I_{max} = 9I_0$

III. Réseau par réflexion

Un réseau en réflexion est constitué de N miroirs notés $S_1, S_2, \dots, S_N$, parfaitement réfléchissant. L'espace entre deux miroirs consécutifs est notée a , a est donc le pas du réseau. Chaque miroir est séparé de son voisin par un motif parfaitement opaque. Le réseau est éclairé sous incidence quelconque, repérée par un angle orienté i_0 , par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ . On s'intéresse à la figure d'interférences et de diffraction à l'infini de ce réseau dans la direction repérée par l'angle orienté i pour l'onde réfléchie. On travaille ici avec des angles orientés positifs.



- Calculer la différence de marche $\delta_{2/1}(M) = (SS_2M) - (SS_1M)$ entre deux rayons successifs diffractés et qui interfèrent en M à l'infini.

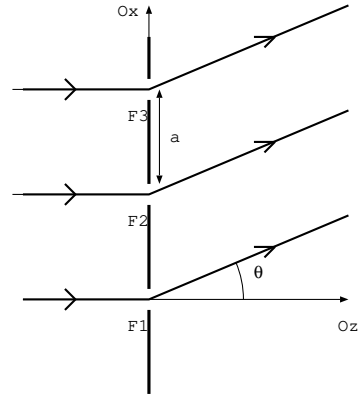
2. En déduire la formule des réseaux par réflexion, formule qui les directions i_p dans lesquelles on observe des interférences totalement constructives en fonction de i_0 , λ , a et p l'ordre d'interférences.

3. Calculer le nombre d'ordres visibles pour $i_0 = 45^\circ$, $a = 2 \mu m$ et $\lambda = 632 \text{ nm}$.

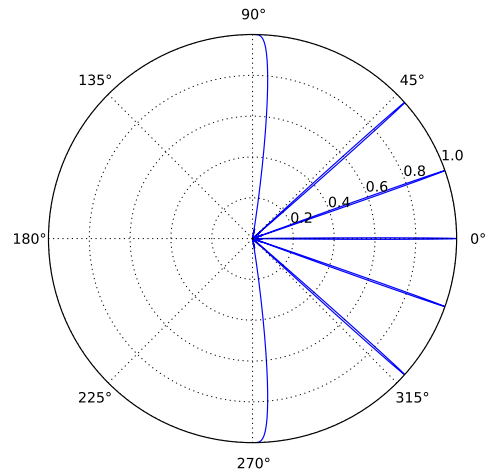
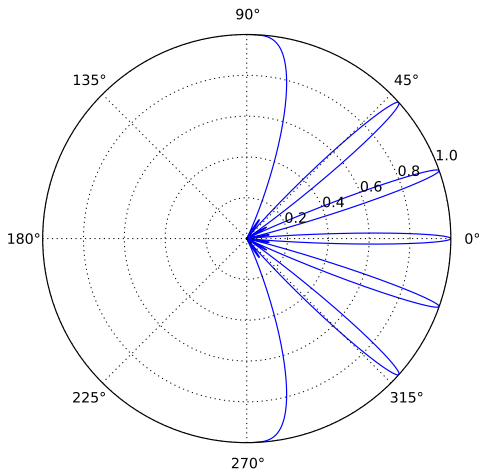
Réponse : 2- formule des réseaux par réflexion $\sin i_p + \sin i_0 = \frac{p\lambda}{a}$ 3- on voit 6 ordres

IV. Interférences à N ondes

On considère un écran opaque percé de N fentes très fines identiques distantes de $a = m\lambda$ avec m un entier. Cet écran est éclairé en incidence normale par un faisceau laser de longueur d'onde λ .



On donne deux diagrammes de rayonnement de la lumière diffractée dans le plan Oxz pour une même valeur de m et pour deux valeurs de N données $N = 3$ et $N = 20$ (le diagramme de rayonnement désigne le diagramme donnant l'intensité lumineuse en fonction de θ).



1. Lire les valeurs de θ qui correspondent à des franges brillantes et donner les valeurs de p qui correspondent à ces franges.

2. Démontrer la formule des réseaux et déduire des valeurs numériques précédentes, la valeur numérique de m .

3. Sur quel diagramme les franges brillantes sont-elles plus larges? Associer à chaque diagramme la valeur de N correspondante en justifiant votre réponse.

Réponses: $m = 3$, à gauche $N = 3$ et à droite $N = 20$