Optique physique

T.D N° 4

diffraction des Reseaux

⋆ **Exercice 1 :Réseau par réflexion**

1. Quelle est la direction correspondant à l'ordre 0, pour un réseau par réflexion ?
2. Que devient la formule fondamentale donnant l'ordre p pour un réseau par réflexion ?

⋆ **Exercice 2 :Minimum de déviation**

A l'ordre p, la lumière incidente est déviée par le réseau de l'angle $D_p = \theta_p - \theta_i$. L'angle de déviation D est fonction du pas a du réseau, de la longueur d'onde λ, de l'ordre p d'observation et de l'angle d'observation θ_i

Etudions l'influence d'une variation de l'angle d'incidence : le réseau pivote autour d'un axe parallèle aux traits.

La tache d'ordre 0 reste bien entendu immobile. Et lorsque θ_i varie dans un sens constant, l'ordre p, se rapproche puis s'éloigne de l'ordre 0 : la déviation passe par un minimum.La valeur de θ_i au minimum de déviation dépend de l'ordre p.

1. Montrer que le minimum de déviation à l'ordre p est donné par :

$$D_m = 2\arcsin(\frac{p\lambda_0}{2a})$$

   On considère un réseau à 500 traits par mm, éclairé par un laser He-Ne de longueur d'onde 633 nm.

2. Calculer, pour l'ensemble des ordres possibles, les diverses valeurs de possible θ_p pour $\theta_i = 0$
3. Calculer pour l'ensemble des ordres possibles, les déviations minimales.

⋆ **Exercice 3 :Détermination du pas d'un réseau, mesure d'une longueur d'onde.**

Un réseau de pas a est éclairé par un faisceau parallèle provenant d'une lampe au mercure. On isole tout d'abord la raie verte de longueur d'onde $\lambda_0 = 0,5461\mu m$

Le réseau est placé perpendiculairement au faisceau incident et l'on pointe, pour les différentes valeurs de l'ordre k du spectre. Le résultat des mesures est indiqué dans le tableau suivant :

	k = 1	k = 2	k = 3
θ	17°22'	36°41'	63°37'
θ'	17°24'	36°40'	63°40'

1. Ces mesures permettent-elles de vérifier que le réseau est bien perpendiculaire au faisceau incident ? Calculer le pas a du réseau puis le nombre de traits par millimètre.
2. On éclaire maintenant le réseau avec une raie bleue assez intense du spectre du mercure, de longueur d'onde inconnue λ_1.Pour cette raie, dans le spectre du second ordre,$\theta = 32°31'$ et $\theta = 32°34'$.Calculer λ_1

⋆ **Exercice 4 :Résolution à l'ordre k d'un réseau.**

Soit un réseau de pas a dont N traits sont éclairé à l'incidence i par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ.

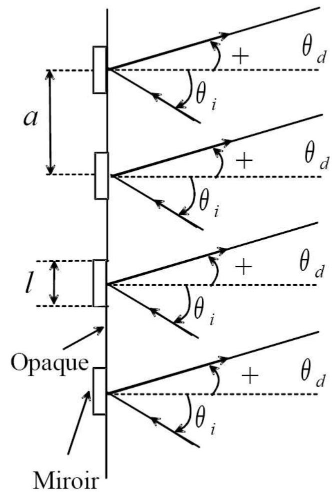
1. Déterminer l'angle d'émergence à l'ordre k.
   La source est en faite bi-modale, c'est-à-dire qu'elle émet à 2 longueurs d'onde très proche λ et $\lambda + \Delta\lambda$
2. A l'ordre k, et sous incidence i, quelle est la séparation angulaire $\Delta\theta$,correspondant à cette séparation en longueur d'onde.
   On rappelle que l'éclairement diffracté par un réseau est donné par :

$$I(\theta) = A^2[\frac{\sin(N\varphi/2)}{\sin(\varphi/2)}]^2 \quad avec \quad \varphi = \frac{2\pi a}{\lambda}(\sin\theta - \sin\theta_i)$$

3. Calculer la déviation angulaire $\delta\theta$,qui correspond à un déphasage $\delta\varphi$, tel que l'on passe du pic d'ordre k pour la longueur d'onde λ à son premier minimum nul.
   On rappelle que deux raies sont discernables si leur écart angulaire $\Delta\theta$ est supérieur à l'écart les séparant de leur premier 0 adjacent, soit $\Delta\theta > \delta\theta$.
4. En déduire le pouvoir de résolution théorique du réseau et conclure.

Problème : Réseau en réflexion

Un réseau en réflexion est constitué de N miroirs parfaitement réfléchissant de largeur l. 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 θ_i, par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ,On s'intéresse à la figure d'interférence et de diffraction à l'infini de ce réseau dans la direction repérée par l'angle orienté θ_d pour l'onde réfléchie. Dans ce problème, on rappelle que les angles orientés sont définis de façon algébrique.



A. Diffraction par un motif

Rappeler puis établir la formule des réseaux pour un réseau en transmission.

B. Diffraction par un motif du réseau en réflexion

1. Enoncer le principe de Huygens - Fresnel.
2. Traduire mathématiquement ce principe en l'appliquant sur un motif du réseau, c'est à dire un miroir de largeur l inséré sur un plan parfaitement opaque. On pourra

décomposer la situation en considérant qu'un miroir de largeur l est équivalent un miroir plan infini devant lequel est placé une pupille diffractante de largeur l.

3. Calculer l'amplitude complexe $\underline{A_D}$ de l'onde diffractée par un motif élémentaire (miroir de largeur l).
4. En déduire l'intensité I_D de la figure de diffraction ainsi crée.

C. Figure de diffraction du réseau

1. Exprimer la différence de marche entre deux rayons parallèles issus de deux motifs consécutifs.
2. En déduire le déphasage φ entre deux rayons successifs qui interfèrent.
3. Exprimer l'amplitude complexe notée a_p du p^{eme} motif.
4. Calculer l'amplitude $\underline{A}$ de l'onde réfléchie par le réseau.
5. En déduire l'expression de l'intensité diffractée $I(\theta_d)$ par ce réseau en réflexion sous une forme qui fait apparaître des termes en $\sin(N\varphi/2)$ et $\sin(\varphi/2)$ à expliciter en fonction de θ_d
6. Déterminer la position des maximum d'intensité en fonction de a, λ,θ_i. Que remarque-t-on ?Comparer par rapport à la situation d'un réseau en transmission.
7. Représenter l'allure de l'intensité réfléchie I par le réseau en fonction de $\sin\theta_d$