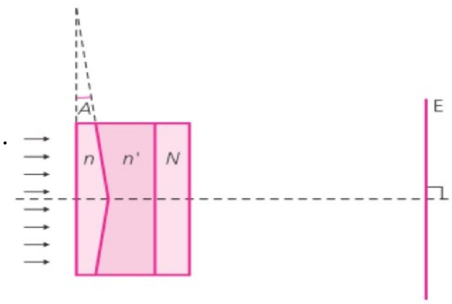
**Université Cadi Ayyad** **Année universitaire 2018-2019**
**ENSA Marrakech**

**Travaux dirigés d'Optique**
**Série $n°$ 5 : Cycle Préparatoire, $1^{ere}$ Année**

**Exercice 1 :**
Une onde lumineuse plane de longueur d'onde $\lambda$ rencontre normalement la face d'entrée d'un système optique transparent dont le premier verre ; d'indice $n$, est un biprisme de petit angle A. Qu'observe-t-on sur un écran E disposé perpendiculairement à la direction incidente ? On se place dans l'approximation des petits angles (*figure ci-contre.*).
Application numérique : A= 5°, $n = 1,52$, $n' = 1,5$ et $\lambda = 0,7 \mu m$.




**Exercice 2 :**
Un dispositif comporte deux lentilles convergentes $L_1$ et $L_2$ identiques, de même axe $O_1O_2$ et de distance focale $f' = 1m$. Une fente source (S) très fine, verticale et centrée au foyer objet de $L_1$, est éclairée en lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda$. Entre $L_1$ et $L_2$ on dispose, parallèlement à (S), un écran (E) opaque normale à l'axe et percé d'une fente rectangulaire, de transparence uniforme et de longueur très grande devant sa largeur $\ell$. On observe, dans le plan focal de $L_2$, la figure de diffraction à l'infini à l'aide d'un oculaire.

*1.* Exprimer l'amplitude A($\theta$) de la vibration résultante diffractée dans le plan horizontal, dans la direction qui fait avec l'axe le petit angle $\theta$ on notera A(0)= $A_0$.
*2.* *a).* Exprimer l'intensité lumineuse diffractée au point M du plan focal, d'abscisse $X = F'M$, sous la forme : $I = I_0 \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2$ où $I_0$ est l'intensité en F'($X = 0$) et $u$ un paramètre qu'on exprimera en fonction de $f'$, $\lambda$, $\ell$ et $X$.
   *b).* Donner, en fonction de l'entier $K$ et $I_0$, l'expression approchée de l'intensité du $K^{ieme}$ maximum secondaire compté à partir du maximum principal.
   *c).* Tracer l'allure du graphe $I/I_0$ en fonction de $u$ (ou $X$) en précisant les valeurs de $u$ (ou $X$) correspondant aux minimas et aux maximas.
*3.* Montrer que la différence de chemin optique aux points M situés dans la tache centrale de diffraction est inférieure ou égale à la longueur d'onde $\lambda$ de la lumière.

**Exercice 3 :**
On éclaire avec une source ponctuelle monochromatique de longueur d'onde $\lambda$ en incidence normale, une fente partiellement transparente de centre O, de grande longueur $L$ parallèle à la direction Oy, de largeur $\ell$ ($\ell << L$) et disposée dans le plan xOy. Cette fente a pour fonction de transmittance t(x). On notera $A_0$ l'amplitude de l'onde incidente et $I_0$ l'intensité diffractée, sur un écran d'observation E, dans la direction Oz de l'onde incidente.

*1.* Schématisez ce dispositif selon le montage de Fraunhofer en plaçant deux lentilles de distance focale f et en utilisant le repère Oxyz.

2. Ecrivez, sous forme d'une intégrale, l'expression de l'amplitude complexe A de l'onde diffractée sur E dans la direction qui fait un angle $\theta$ avec Oz.
3. On donne $t(x) = cos(\theta x/\ell)$ dans l'intervalle $-\ell/2 \leq x \leq \ell/2$ et $t(x) = 0$ pour $|x| > \ell/2$ ;
   a. Exprimez l'amplitude de l'onde diffractée A(u) en fonction de $A_0$ et du paramètre u que vous identifiez.
   b. En déduire l'intensité de l'onde diffractée I(u) en fonction de $I_0$ et explicitez $I_0$ en fonction de $A_0$.
   c. Trouvez les directions $\theta_N$ du Nième minimum et les intensités approchées $I_N$ du Nième maximum secondaire.
   d. Pour quelle valeur de N a-t-on $I_N/I_0 = 10^{-4}$ ?
4. Rappelez l'expression de l'intensité diffractée I'(u) dans le cas d'une fente parfaitement transparente.
5. Représentez sur un même graphe l'allure des intensités I(u) et I'(u). Concluez. Schématisez la figure de diffraction dans le plan parallèle à xOy et dites comment changera-t-elle en cas d'utilisation d'une source étendue mais fine ?

**Exercice 4 :** On considère un réseau optique parfait dont le pas est noté $a$ et qui comporte $N$ fentes parallèles à l'axe Ox et alignées suivant l'axe Oy. Le réseau est éclairé par un faisceau de lumière monochromatique (parallèle à Oz) de longueur d'onde $\lambda$. Les fentes sont numérotées de 0 à $N-1$, la fente 0 correspondant à l'une des extrémités du réseau. On observe la figure d'interférence du réseau sur un écran (O' ; X, Y) placé à la distance $D$ de ce dernier. Enfin, on supposera que l'écran est suffisamment éloigné du réseau pour que l'amplitude d'une onde issue d'une des fentes soit la même en tout point de l'écran, quelle que soit la fente dont est issue l'onde.

1. Pourquoi peut-on considérer que l'amplitude du champ électrique de l'onde issue du $m^{ieme}$ trou, en un point M de l'écran, est constante lorsqu'on fait varier le numéro $m$ de la fente ou le point M sur l'écran ?
2. Calculer le déphasage en un point M de l'écran, entre les deux ondes issues du $m^{ieme}$ trou et du trou 0.
3. Déterminer le champ résultant de la superposition des ondes diffractées par les $N$ trous (on rappelle qu'un trou diffractant se comporte comme une source ponctuelle).
4. En déduire l'expression de l'intensité lumineuse I(X,Y) sur l'écran (on posera $I_0$ l'intensité lumineuse en Y=0).
5. Quelle distance sépare deux maxima d'intensité sur l'écran ? Combien de maxima observe-t-on sur un écran de $4cm$ (suivant Y) si $N = 100$, $\lambda = 600nm$, $D = 3m$ et $a = 0,1mm$ ?