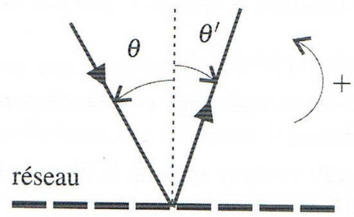
EXERCICES : INTERFERENCES A N ONDES

Exercice 1:nombres d'ordres observables .
On éclaire un réseau ayant 500 traits par mm par un faisceau incident parallèle normal de longueur d'onde λ = 600 nm . Combien de pics de diffraction peut-on observer au maximum ?

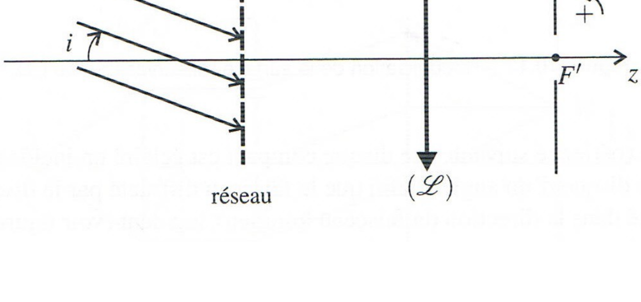
Exercice 2 :pas d'un réseau
Soit un réseau plan par transmission éclairé sous incidence normale par le doublet du sodium (589 nm et 589,6 nm) sur une longueur L de 5 mm . On observe la séparation du doublet à partir du spectre d'ordre 2 . Déterminer la valeur limite a_l du pas du réseau qui permet cette séparation .

Exercice 3 :réseau par réflexion
Dans un réseau plan par réflexion , les fentes transparentes sont remplacées par des bandes rectangulaires réfléchissantes distantes de a , séparées par des traits pratiquement non réfléchissants . Un faisceau lumineux parallèle de longueur d'onde λ_o tombe sur ce réseau avec un angle d'incidence algébrique θ .



1- Etablir la relation, faisant intervenir un entier relatif quelconque k, donnant les angles θ', repérant les directions dans lesquelles on trouve de la lumière réfléchie.
2- Déterminer l'expression de l'intensité diffractée dans la direction θ' par ce réseau .
3- On envoie sous l'incidence $\theta = 30°$ un faisceau parallèle de lumière blanche. Déterminer la(les) longueur(s) d'ondes qui est(sont) diffractée(s) dans la direction du faisceau incident sachant que le réseau comporte 1000 traits par millimètres.

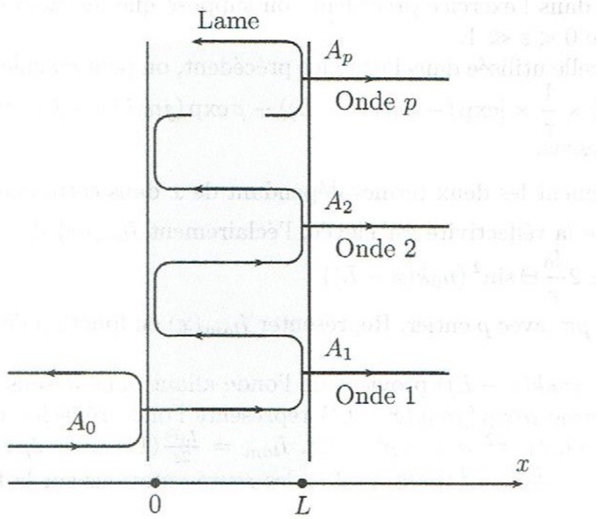
Exercice 4 : Principe du monochromateur à réseau
Un monochromateur à réseau est un dispositif permettant d'obtenir une onde quasi monochromatique à partir d'une source de lumière blanche. Le réseau a 500 traits par mm et
N = 10000 traits au total. Il est éclairé sous l'incidence i par un faisceau parallèle de lumière blanche. Une lentille convergente mince de distance focale image f ' = 20 cm a son axe normal au plan du réseau et une fente fine se trouve centrée au foyer image de la lentille F' '.



1- Déterminer l'angle d'incidence i sachant que la lumière de longueur d'onde λo= 550 nm diffractée dans l'ordre 2 parvient en F'.
2- Pour une longueur d'onde λ un peu différente de λo les rayons diffractés par le réseau dans l'ordre 2 convergent en un foyer secondaire image Φ' de la lentille d'abscisse x; donner une expression approchée de x en fonction de λ - λo si l'on ne considère que les longueurs de voisines de λo.
3- Calculer la demi-largeur Δx dans le plan focal de la lentille d'un pic de diffraction.
4-La fente placée au foyer de la lentille a une largeur b = 0,1 mm et ne laisse donc passer que les radiations dont les longueurs d'onde sont comprises entre λo – Δλ/2 et λo + Δλ/2 . Calculer l'intervalle Δλ .

Exercice 5 :cavité Fabry et Pérot

L'interféromètre est constitué d'une lame à faces parallèles taillée dans un matériau transparent d'indice n_0 occupant l'espace compris entre x =0 et x = L . On envoie depuis l'infini une onde lumineuse monochromatique plane de pulsation w, se propageant dans la direction $\vec{e}_x$, d'amplitude A_0 et d'éclairement $I_0=A_0{}^2$. L'onde incidente engendre une succession infinie d'ondes transmises et réfléchies aux interfaces lame-verre .



Lorsque une onde lumineuse de signal $\underline{s_i}(x,t)$ rencontre une interface lame vide en $x=x_0$ ($x_0=0\ ou\ L$), elle donne naissance à une onde réfléchie et une onde transmise de signaux respectifs $\underline{s_r}(x,t)\,et\,\underline{s_{tr}}(x,t)$ vérifiant $\underline{s_r}(x_0,t)=\rho\,\underline{s_i}(x_0,t)$ et $\underline{s_{tr}}(x_0,t)=\tau\,\underline{s_i}(x,t)$. Les coefficients $\rho\, et\, \tau$ sont réels et vérifient $\rho^2+\tau^2=1$; nous considérerons qu'ils sont les mêmes pour une onde venant de la lame ou pour une onde venant du vide .

1- Etude de l'éclairement transmis ; cas particuliers .

On se place du côté x > L et on repère les ondes émergeant successivement de la lame à l'aide d'un entier p variant de 1 à l'infini . L'onde p a une amplitude A_p . Sa phase en un point d'abscisse x est notée $\phi_p(x)$.

a- Exprimer $A_1, A_2\, puis\, A_p$ en fonction de $A_{0,}\rho,\tau\, et\, p$.

b- Calculer le déphasage $\Phi=\phi_{p+1}(x)-\phi_p(x)$ en x> L entre deux ondes successives p+1 et p issues de la lame, en fonction de $k=\dfrac{w}{c}, L\, et\, n_0$.

c- A quelle condition sur Φ l'éclairement de l'onde transmise est-il maximal ? Montrer alors que l'éclairement total transmis est $I_{tr,max}=I_0$.

d- On dit que les interférences entre les ondes p et p+1 sont destructives lorsque $\Phi\equiv\pi[2\pi]$. On admet que, dans ces conditions, l'éclairement transmis est minimal et vaut $I_{tr,min}$. Déterminer $I_{tr,min}$ en fonction de $\rho\, et\, I_0$.

e- Exprimer la visibilité $V=\dfrac{I_{tr,max}-I_{tr,mi_n}}{I_{tr,max}+I_{tr,min}}$ du phénomène en fonction de ρ . Quel intérêt y-a-t-il à travailler avec une valeur de ρ^2 aussi élevée que possible ?

2-- Etude de l'éclairement transmis ; cas général .

a- montrer que le signal en x > L est $\underline{s}(x,t)=T\,A_0\exp(j(wt-\phi_1(x)))\sum_{p=0}^{\infty}R^p\exp(-j\,p\Phi)$ et exprimer R et T en fonction de ρ .

b- Soit I_{tr} l'éclairement total transmis . Ecrire le facteur de transmission $\frac{I_{tr}}{I_0}(\Phi)$. Retrouver les résultats des questions précédentes .