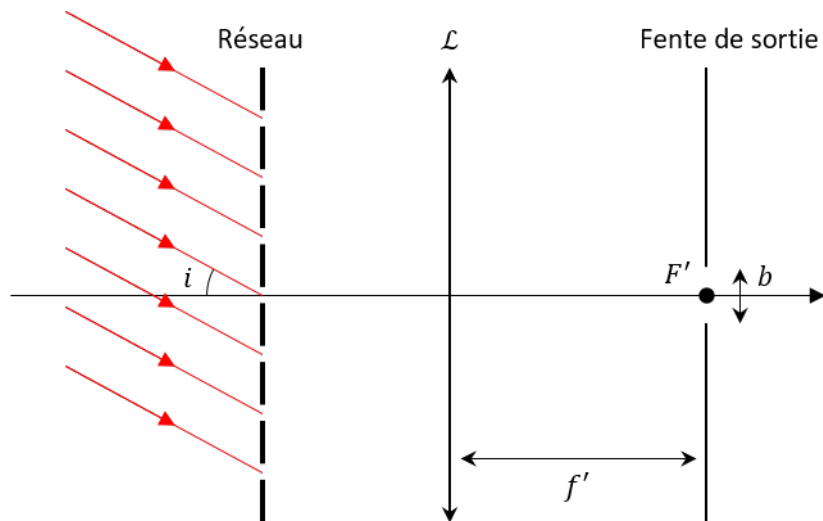


Monochromateur à réseau

Un monochromateur à réseau est un dispositif permettant d'obtenir une onde quasi-monochromatique à partir d'une source de lumière blanche. Il est par exemple utilisé dans les spectrophotomètres de TP de chimie.

Le réseau a 500 traits par mm et $N = 10000$ traits au total. Il est éclairé sous incidence i par un faisceau parallèle de lumière blanche. Une lentille mince convergente \mathcal{L} de distance focale $f' = 20$ cm a son axe normal au plan du réseau et une fente fine se trouve centrée au foyer principal image F' de \mathcal{L} .



1) Déterminer l'angle d'incidence i afin que la longueur d'onde $\lambda_0 = 550$ nm diffractée dans l'ordre 2 parvienne en F' .

On considère une longueur d'onde $\lambda_1 = \lambda_0 + d\lambda$ légèrement différente de λ_0 . Elle émerge du réseau avec un angle $d\alpha$.

2) Déterminer la dispersion angulaire du réseau $d\alpha/d\lambda$.

3) Déterminer la position du point de convergence après la lentille de la longueur d'onde λ_1 à l'ordre 2.

Dans le plan focal image de \mathcal{L} se trouvent une fente de largeur $d = 100$ μm .

4) Déterminer les angles en sortie du réseau des rayons passant par les deux extrémités de la fente. En déduire la résolution $\Delta\lambda$ du monochromateur, c'est-à-dire la largeur spectrale du faisceau de sortie.

5) Comment choisir les différents paramètres afin d'obtenir la radiation la plus pure possible ?



Correction

1) On rappelle la formule des réseaux :

$$\sin(r) - \sin(i) = pn\lambda$$

avec p l'ordre et n le nombre de traits par unité de longueur.

Dans notre cas :

$$\begin{cases} r = 0 \\ p = 2 \end{cases} \Rightarrow i = \arcsin(-2n\lambda_0) = -0,58 \text{ rad} = -33^\circ$$

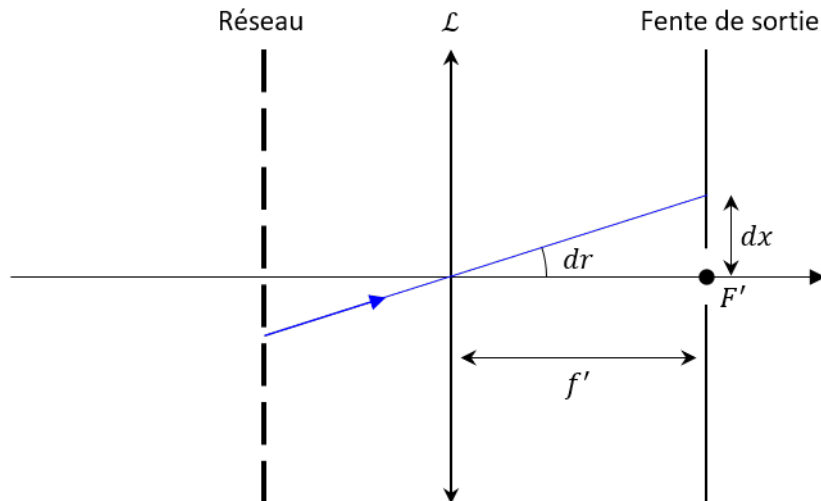
2) La formule des réseaux pour la longueur λ_1 donne :

$$\sin(dr) - \sin(i) = pn(\lambda_0 + d\lambda) \Rightarrow dr \simeq 2nd\lambda$$

La dispersion angulaire du réseau vaut donc :

$$\frac{dr}{d\lambda} = 2n$$

2) Le point de convergence sera dans le plan focal image de la lentille car les rayons émergent sont parallèles entre eux.



On se sert du rayon passant par le centre de la lentille et qui n'est pas dévié pour en déduire la hauteur dx du point de convergence.

$$\tan(dr) \simeq dr = \frac{dx}{f'} \Rightarrow dx = 2nf'd\lambda$$

4) Avec ce qui précède :

$$\begin{cases} \frac{d}{2} = 2nf'(\lambda_{max} - \lambda_0) \\ -\frac{d}{2} = 2nf'(\lambda_{min} - \lambda_0) \end{cases} \Rightarrow \Delta\lambda = \lambda_{max} - \lambda_{min} = \frac{d}{2nf'} = 0,50 \text{ nm}$$

5) On peut penser à réduire d mais ce n'est pas idéal car si d est trop petit on aura trop de diffraction (donc perte d'intensité lumineuse) après la fente.

On peut choisir une focale f' élevée, on est là aussi limite par des courbures de lentille qui ne peuvent pas être trop grandes, sinon la lentille perd son stigmatisme.

Enfin, on peut prendre un réseau avec n plus élevé.