Un échelon de Michelson est un empilement de N lames de verres de plus en plus petites en escalier. On appelle e l'épaisseur d'une lame, a le décalage entre deux lames. On éclaire l'échelon du côté de la plus grande des lames en incidence normale par une lumière monochromatique.

Déterminer la figure de diffraction à l'infini.

On donne N = 30, e = 6,0 mm, a = 1,5 mm, λ_0 = 546,07 nm (raie verte du mercure).

Merci de signaler d'éventuelles erreurs d'énoncé ou de corrigé à santczak@online.fr.

Un échelon de Michelson est un empilement de N lames de verres de plus en plus petites en escalier. On appelle e l'épaisseur d'une lame, a le décalage entre deux lames. On éclaire l'échelon du côté de la plus grande des lames en incidence normale par une lumière monochromatique.

Déterminer la figure de diffraction à l'infini.

On donne $\mathrm{N} = 30$, $e = 6{,}0$ mm, $a = 1{,}5$ mm, $\lambda_0 = 546{,}07$ nm (raie verte du mercure).

Corrigé

On a N ouvertures diffractantes de largeur a, donnant des figures interférant constructivement. Dans la direction θ, chaque ouverture diffracte une intensité proportionnelle à $(\sin u/u)^2$, où $u = \pi\, a\, \theta/\lambda_0$.

Pour connaître la figure globale, il faut calculer la différence de marche (ou le déphasage) entre deux rayons analogues passant par deux ouvertures différentes. Soit A_1 un point (par exemple le point central) de l'ouverture 1, A_p le point analogue de l'ouverture p. Le déphasage entre deux rayons parallèles passant par ces points est $\varphi = (\overrightarrow{k_0} - \overrightarrow{k}) \cdot \overrightarrow{\mathrm{A}_1\mathrm{A}_p}$. On a $\overrightarrow{k_0} = 2\pi\, n/\lambda, \overrightarrow{u_x}$ et $\overrightarrow{k} = 2\pi/\lambda\,(\cos\theta\, \overrightarrow{u_x} - \sin\theta\, \overrightarrow{u_y})$. Et $\overrightarrow{\mathrm{A}_1\mathrm{A}_p} = (p-1)\, e\, \overrightarrow{u_x} + (p-1)\, a\, \overrightarrow{u_y}$.

Cela donne, dans l'approximation des petits angles, $\varphi = (p-1)\,\varphi_0$, où $\varphi_0 = 2\pi/\lambda\,(e\,(n-1) + a\,\theta)$ est le déphasage entre deux ouvertures voisines.

Cela donne, tous calculs faits (voir le cours), l'intensité suivante :

$$\mathrm{I} = \mathrm{I}_0 \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2 \left(\frac{\sin \mathrm{N}\,\varphi_0/2}{\sin\varphi_0/2}\right)^2 \text{ où } u = \pi\, a\, \theta/\lambda \text{ et } \varphi_0 = 2\pi/\lambda\,(e\,(n-1) + a\,\theta)$$

On a des maxima principaux pour $\varphi_0 = 2\,\mathrm{K}\,\pi$, donc décalés de $\theta = -e/a\,(n-1)$ par rapport aux maxima du sinus cardinal.

Merci de signaler d'éventuelles erreurs d'énoncé ou de corrigé à santczak@online.fr.

Un échelon de Michelson est un empilement de N lames de verres de plus en plus petites en escalier. On appelle e l'épaisseur d'une lame, a le décalage entre deux lames. On éclaire l'échelon du côté de la plus grande des lames en incidence normale par une lumière monochromatique.

Déterminer la figure de diffraction à l'infini.

On donne $\mathrm{N} = 30$, $e = 6{,}0$ mm, $a = 1{,}5$ mm, $\lambda_0 = 546{,}07$ nm (raie verte du mercure).

Corrigé

On a N ouvertures diffractantes de largeur a, donnant des figures interférant constructivement. Dans la direction θ, chaque ouverture diffracte une intensité proportionnelle à $(\sin u/u)^2$, où $u = \pi\, a\, \theta/\lambda_0$.

Pour connaître la figure globale, il faut calculer la différence de marche (ou le déphasage) entre deux rayons analogues passant par deux ouvertures différentes. Soit A_1 un point (par exemple le point central) de l'ouverture 1, A_p le point analogue de l'ouverture p. Le déphasage entre deux rayons parallèles passant par ces points est $\varphi = (\overrightarrow{k_0} - \overrightarrow{k}) \cdot \overrightarrow{\mathrm{A}_1\mathrm{A}_p}$. On a $\overrightarrow{k_0} = 2\pi\, n/\lambda, \overrightarrow{u_x}$ et $\overrightarrow{k} = 2\pi/\lambda\,(\cos\theta\, \overrightarrow{u_x} - \sin\theta\, \overrightarrow{u_y})$. Et $\overrightarrow{\mathrm{A}_1\mathrm{A}_p} = (p-1)\, e\, \overrightarrow{u_x} + (p-1)\, a\, \overrightarrow{u_y}$.

Cela donne, dans l'approximation des petits angles, $\varphi = (p-1)\,\varphi_0$, où $\varphi_0 = 2\pi/\lambda\,(e\,(n-1) + a\,\theta)$ est le déphasage entre deux ouvertures voisines.

Cela donne, tous calculs faits (voir le cours), l'intensité suivante :

$$\mathrm{I} = \mathrm{I}_0 \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2 \left(\frac{\sin \mathrm{N}\,\varphi_0/2}{\sin\varphi_0/2}\right)^2 \text{ où } u = \pi\, a\, \theta/\lambda \text{ et } \varphi_0 = 2\pi/\lambda\,(e\,(n-1) + a\,\theta)$$

On a des maxima principaux pour $\varphi_0 = 2\,\mathrm{K}\,\pi$, donc décalés de $\theta = -e/a\,(n-1)$ par rapport aux maxima du sinus cardinal.