Optique physique - solution

AAV n°2 : être capable d'étudier un spectroscope à réseau par transmission ou réflexion

1 Les savoir-faire

Savoir étudier un réseau en transmission

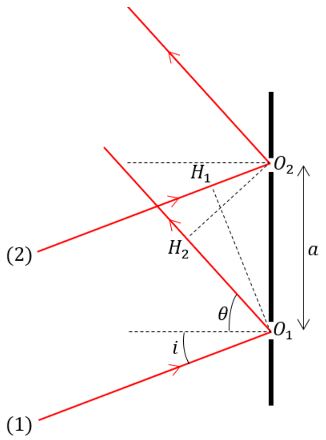
Exercice 1 : Réseau en transmission

1. Le théorème des deux équerres permet de replacer θ sur le graphe comme l'angle opposé à δ. Nous avons donc $\sin\theta = \frac{\delta}{a}$ d'où $\delta = a\sin\theta$.
2. La relation des réseaux s'écrit dans ce cas $a\sin\theta = m\lambda$. On observe l'ordre 3 donc $m = 3$. L'énoncé permet de calculer $\theta = 33{,}7°$. On en déduit $\lambda = 4{,}62 \times 10^{-7}$ m.
3. θ peut maintenant prendre la valeur de 90°. On a donc au maximum $m = \frac{a}{\lambda} = 5{,}4$. L'ordre le plus élevé que l'on puisse observer est donc l'ordre 5.

Savoir retrouver la formule des réseaux en réflexion

Exercice 2 : Réseau en réflexion

1. On place les points H_1 et H_2. Le rayon (1) parcourt la distance O_1H_2 en plus par rapport au rayon (2) après la réflexion tandis que le rayon (1) parcourt la distance O_2H_1 en moins par rapport au rayon (2) avant la réflexion. La différence de marche a donc pour expression $\delta = O_1H_2 - O_2H_1 = a(\sin\theta - \sin i)$



2. La dispersion angulaire est donnée par $D = |\frac{d\theta}{d\lambda}|$ et représente la distance angulaire $d\theta$ entre par deux longueurs d'onde voisines $d\lambda$. La condition d'interférence constructive s'écrit $a(\sin\theta - \sin i) = m\lambda$. Ainsi, deux longueurs d'onde voisines qui arrivent sur le réseau avec le même angle d'incidence i sont écartés après réflexion de la distance angulaire $a\cos\theta d\theta = md\lambda$ d'où $D = \frac{m}{a\cos\theta}$ avec m entier.

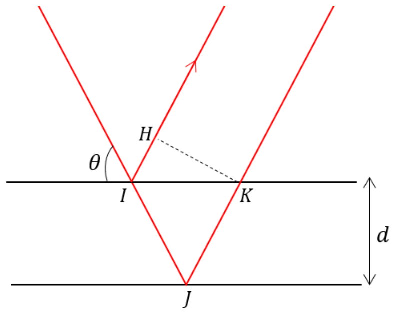
Exercice 3 : Réseau en réflexion

1. $\delta = 2e$. La condition d'interférence destructive s'écrit $\delta = (m + \frac{1}{2})\lambda$. On a donc $e_{min} = \frac{\lambda}{4}$.

Savoir retrouver la relation de Bragg

Exercice 4 : Étude d'une plume de paon

1. Voir Wikipédia.
2. La figure suivante montre que la différence de marche a pour expression $\delta = (IJK) - (IH) = 2d \sin\theta$. La condition d'interférences constructives a pour expression $2d \sin\theta = p\lambda$ avec p entier.



3. Application numérique.

2 La mise en œuvre

Exercice 5 : Chevauchement de spectres

1. $\theta = \arcsin\left(\frac{m\lambda}{a}\right)$. On a donc pour $m = 1$, $\theta_{violet} = 6{,}9°$ et $\theta_{rouge} = 12{,}1°$. Pour $m = 2$, $\theta_{violet} = 13{,}9°$ et $\theta_{rouge} = 24{,}8°$. Pour $m = 3$, $\theta_{violet} = 21{,}1°$ et $\theta_{rouge} = 39°$.
2. A partir de $m = 2$.

Exercice 6 : Spectroscope à réseau par transmission

1. Avec des angles comptés positivement, on obtient $\delta = a(\sin i - \sin i_0)$.
2. La condition d'interférences constructives nous donne $\sin i = \sin i_0 + \frac{p\lambda}{a}$.
3. $D = i - i_0$.
4. $\frac{dD}{di_0} = \frac{di}{di_0} - 1$. A un extremum de déviation $\frac{dD}{di_0} = 0$ d'où $di = di_0$.
5. En différentiant l'équation des réseaux nous obtenons $\cos i di = \cos i_0 di_0$ d'où $\cos i = \cos i_0$ à l'extremum de déviation. Nous avons donc $i = i_0$ ou $i = -i_0$. La première solution correspond à de la lumière non dispersée, on a donc $i = -i_0$ à l'extremum de déviation d'où $D_m = 2i$ à l'extremum de déviation.