

Optique physique

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

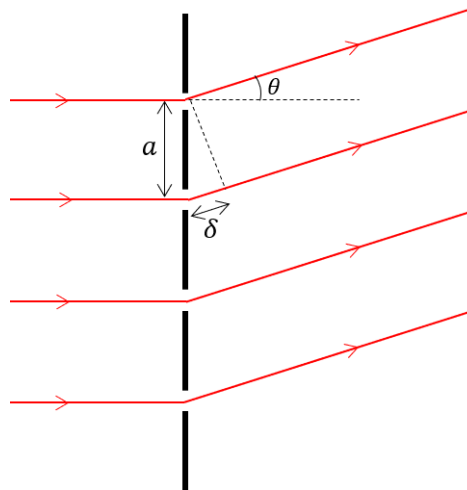
Consignes : Justifier toutes les réponses. Une réponse correcte non justifiée est considérée comme fautive en devoir. Soigner la rédaction des réponses et respecter les notations de l'énoncé. Une réponse qui utilise une autre notation est considérée comme fautive en devoir.

1 Les savoir-faire à connaître

Savoir étudier un réseau en transmission

Exercice 1 : Réseau en transmission

On considère dans cet exercice le réseau en transmission de pas a suivant :



1. Montrer que la différence de marche entre deux rayons issus de deux fentes voisines a pour expression $\delta = a \sin \theta$.

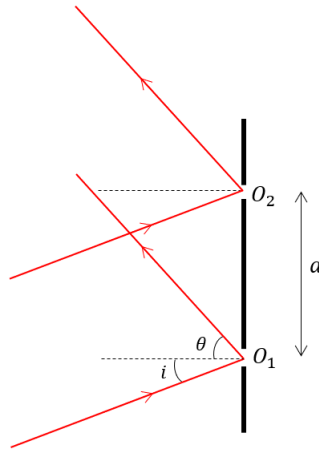
On utilise un laser pour éclairer un réseau de 1 cm de largeur qui comporte 4000 fentes parallèles. On observe, sur un écran situé à 3 m, que le maximum d'ordre 3 est situé à 2 m du maximum central.

2. Calculer la longueur d'onde du laser.
3. On suppose que l'écran a une largeur infinie. Calculer l'ordre le plus élevé que l'on puisse observer.

Savoir retrouver la formule des réseaux en réflexion

Exercice 2 : Réseau en réflexion

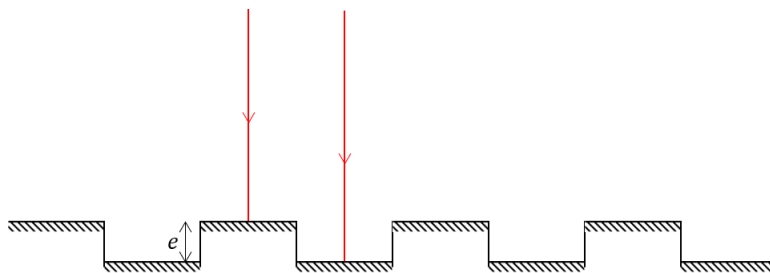
On considère dans cet exercice le réseau en réflexion de pas a suivant :



1. Montrer que la différence de marche entre les deux rayons réfléchis a pour expression $\delta = a(\sin \theta - \sin i)$ en considérant i et θ positifs.
2. Montrer que la dispersion angulaire a pour expression $D = \left| \frac{d\theta}{d\lambda} \right| = \frac{m}{a \cos \theta}$ où m est un entier.

Exercice 3 : Réseau en réflexion

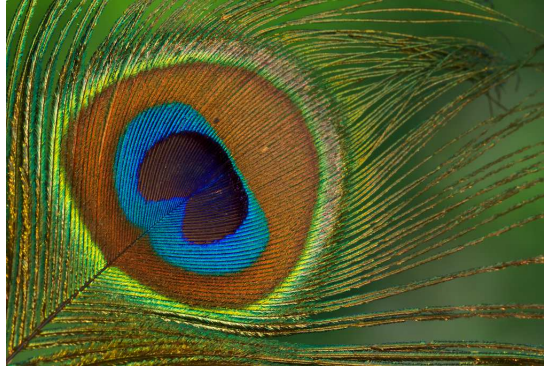
On considère dans cet exercice le réseau en réflexion suivant :



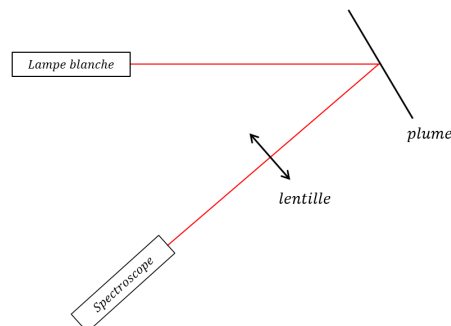
1. Déterminer l'épaisseur minimale e tel que l'éclairement renvoyé dans la direction incidente soit nulle.

Exercice 4 : Étude d'une plume de paon

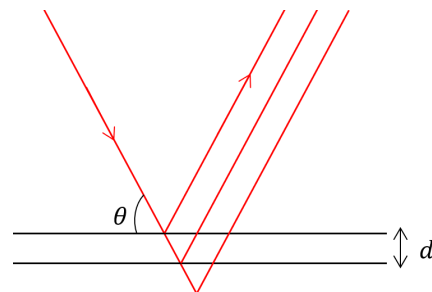
Le paon est un oiseau très connu pour son plumage caractéristique (figure ci-dessous). Les couleurs réfléchies par les plumes du paon dépendent de l'angle d'observation et passent du vert au bleu, voire au violet selon les espèces. Cette propriété est en fait la conséquence d'interférences lumineuses en lumière blanche entre les ondes réfléchies sur la structure microscopique des plumes à différentes incidences.



On place une plume de paon sur un support optique et on l'éclaire par un faisceau de lumière blanche parallèle sous l'angle d'incidence i en réalisant le montage ci-dessous. La lentille permet de faire l'image de la plume dans le plan du capteur. Un spectroscopie permet d'obtenir directement le spectre de la lumière réfléchi. On constate un pic à 530 nm pour un angle d'incidence de la lumière sur la plume de 5° . On constate un pic à 470 nm pour un angle d'incidence de la lumière sur la plume de 30° .



Une plume de paon est en fait constituée de fine lamelles empilées les unes sur les autres, formant un réseau tridimensionnel appelé réseau de Bragg.



1. Préciser la couleur de la lumière réfléchi aux angles d'incidence 5° et 30° .
2. Montrer que la condition d'interférences constructives entre toutes les ondes réfléchies à la longueur d'onde λ est donnée par la loi de Bragg $2d \sin \theta = p\lambda$ avec p entier.
3. En déduire d pour $p = 2$.

2 La mise en œuvre pour acquérir l'apprentissage

Exercice 5 : Chevauchement de spectres

On éclaire en incidence normale un réseau en transmission qui comporte 3000 fentes par centimètres avec de la lumière blanche, c'est-à-dire un mélange de toutes les longueurs d'onde entre 400 nm et 700 nm. Sur l'écran, on observe un ordre 0 blanc et des spectres colorés de part et d'autre.

1. Déterminer l'angle θ par rapport à l'axe pour les trois premiers maximums violet et rouge.
2. A partir de quel ordre les spectres commencent-ils à se chevaucher ?

Exercice 6 : Spectroscopie à réseau par transmission

Nous considérons un réseau plan, utilisé par transmission, formé de traits fins parallèles équidistants de a , gravés sur un support en verre. Le faisceau incident a une direction fixe et fait un angle variable i_0 avec la normale au réseau qui peut tourner autour d'un axe parallèle aux traits. On note i la direction des rayons émergents.

1. Le réseau est éclairé en lumière monochromatique de longueur d'onde λ . Montrer que l'expression de la différence de marche entre deux rayons diffractés successifs a pour expression $\delta = a(\sin i - \sin i_0)$.
2. On observe les maxima de lumière diffractée d'ordre p dans la direction i par rapport à la normale au réseau. Déterminer l'expression de $\sin i$ en fonction de i_0 , p , λ et a .
3. Quelle est l'expression de la déviation D d'un rayon lumineux en fonction de i et i_0 ?
4. On fait tourner le réseau pour le régler à un extremum de déviation D_m . Montrer que $di_0 = di$ à un extremum de déviation.
5. En utilisant la différentielle de la relation de dispersion, obtenue à la question 2, montrer que $D_m = 2i$ à un extremum de la déviation.