

EXERCICES DE REVISION : DISPERSION DE LA LUMIERE PAR UN RESEAU

Capacités exigibles :

- Dispersion de la lumière par un réseau

Exercice 1 (Réseau d'un spectrophotomètre)

On veut déterminer par spectroscopie UV-visible la concentration d'une solution aqueuse de permanganate de potassium ($K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$).

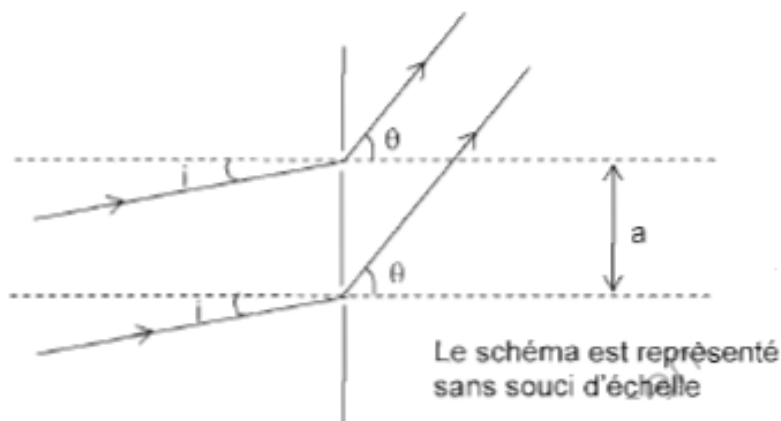
Un laboratoire possède un spectrophotomètre de haute qualité, dont le monochromateur peut être utilisé dans l'ultraviolet, le visible et l'infrarouge. Il comprend un jeu de plusieurs réseaux en fonction de la longueur d'onde de travail. Pour ce dosage, on choisit un réseau gravé ayant 500 traits par mm.

Le réseau est éclairé sous incidence normale par des radiations de longueur d'onde comprises entre $\lambda_1 = 400$ nm et $\lambda_2 = 800$ nm.

1. Définir et calculer le pas du réseau utilisé.

2. La formule fondamentale des réseaux plans est $\sin \theta = \sin i + k \frac{\lambda}{a}$

À l'aide du schéma ci-dessous, donner la signification des différents termes figurant dans cette formule en précisant les unités.



3. Calculer dans le spectre d'ordre 1, les angles θ_1 et θ_2 pour les radiations de longueur d'onde λ_1 et λ_2 , le réseau étant éclairé sous incidence normale. En déduire l'écart angulaire entre les deux radiations.

Exercice 2 (Pouvoir séparateur d'un réseau)

Le spectrophotomètre utilisé est constitué de plusieurs parties distinctes : une source de lumière polychromatique, un monochromateur, une cuve pour contenir la solution à étudier et un détecteur. La source de lumière utilisée est une lampe à arc au xénon, dont le spectre d'émission s'étend de 300 à 1100 nm. Le monochromateur comprend entre autres, un réseau de diffraction par transmission comportant $n = 1\,200$ traits/mm utilisé en incidence normale. La longueur utile, c'est-à-dire éclairée du réseau, vaut $L = 1,0$ cm.

Le pouvoir séparateur ou pouvoir de résolution, R , d'un réseau permet d'apprécier sa capacité à séparer deux radiations de longueurs d'onde différentes. Il a pour expression :

$$R = kN = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \text{ avec } N : \text{ nombre de fentes éclairées et } k \text{ l'ordre du spectre}$$

1. Montrer qu'à l'ordre 1, le pouvoir séparateur du réseau utilisé vaut $R = 12000$.

2. Le spectrophotomètre permet-il d'isoler la radiation de travail des radiations voisines dont les longueurs d'onde diffèrent au minimum de 0,1 nm par rapport à 505 nm ?

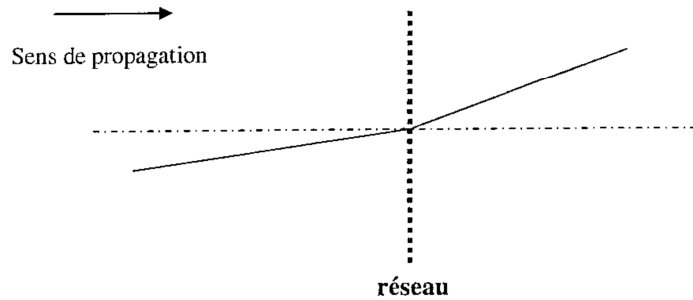
3. Lorsque l'ordre augmente, comment évolue la qualité de la séparation des deux longueurs d'onde ?

Exercice 3 (Réseau d'un monochromateur)

Les boissons dites énergisantes contiennent de la caféine en dose importante. Ce composé de formule brute $C_8H_{10}N_4O_2$ est un solide blanc, inodore, de goût légèrement amer. On se propose de réaliser un dosage spectrométrique de la caféine contenue dans deux boissons commerciales. Un réseau comportant 1200 traits/mm constitue la partie principale du monochromateur du spectrophotomètre d'absorption utilisé pour le dosage. On exploite la gamme de longueurs d'onde comprises entre 190 et 800 nm.

1. La formule fondamentale d'un réseau plan par transmission est : $\sin i' - \sin i = k.n.\lambda$

1.1. Définir les différents termes avec les unités dans le système international et compléter le schéma ci-dessous.



1.2 Définir et calculer le pas du réseau.

2. Le réseau est éclairé sous une incidence normale.

2.1. Quels sont les angles d'émergence correspondant aux limites du spectre pour l'ordre 1 ?

2.2. Dans le premier ordre, quelle est la longueur d'onde sélectionnée lorsque l'angle d'émergence est de $19,0^\circ$?