

Mesure de la longueur d'onde d'un faisceau laser à l'aide d'un micromètre objectif

par R. JOUANISSON,
Université de Clermont II,
24, rue des Landais, 63170 Aubière.

Il est possible de mesurer la longueur d'onde d'un faisceau laser avec une précision de quelques millièmes en utilisant, pour tout matériel, un micromètre objectif (accessoire de tout microscope), une règle graduée, un morceau de verre... et une feuille de papier.

Un micromètre objectif comporte des graduations gravées sur une lame de verre (en général il y a 100 traits par mm). Ces graduations constituent pour le faisceau laser, un réseau utilisable. Lorsque le faisceau incident est normal au plan du réseau, on observe des maximums principaux dans des directions faisant un angle Δ avec le faisceau, telles que :

$$\sin \Delta = k n \lambda \quad (1)$$

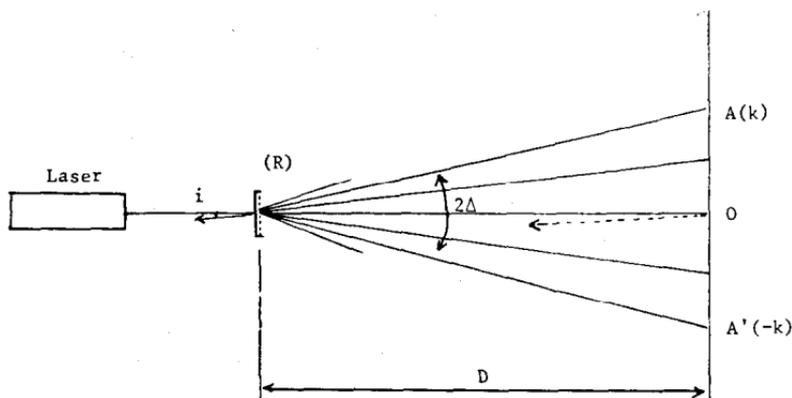
k étant le n° d'ordre du maximum considéré,

n étant le nombre de traits par unité de longueur,

λ la longueur d'onde de la lumière.

n étant connu par définition, la détermination de λ se limite à la mesure de Δ . Or, justement, le laser, grâce à la finesse du pinceau, permet des mesures d'angle à 10^{-3} rd près environ sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un goniomètre.

On réalise le montage de la figure ci-après dans lequel la graduation se trouve du côté de l'écran.



Il y a deux difficultés expérimentales à résoudre :

a) La formule (1) suppose que l'angle d'incidence i soit nul ; cependant, si i est un infiniment petit du 1^{er} ordre, la formule est vraie au 2^e ordre près, à condition de mesurer l'angle 2Δ correspondant aux ordres k et $-k$ (Δ étant alors égal à la moyenne arithmétique des angles correspondant à k et $-k$).

Avec le laser il sera très facile de s'assurer que i n'est pas supérieur à $1/100^e$ de radian par exemple, en faisant coïncider le faisceau réfléchi par la lame (R) et le faisceau incident. L'observation du spectre par réflexion facilite le réglage. La formule (1) sera vérifiée à 10^{-4} près.

b) La mesure de AA' (distance entre deux ordres k et $-k$) doit se faire sur un écran *bien perpendiculaire* au faisceau et cette condition est plus critique que dans le cas précédent. L'écran sera donc un plan réfléchissant (face non dépolie d'une verre dépoli, grand miroir, vitre ordinaire...) placé de manière à faire coïncider le faisceau d'ordre zéro avec le faisceau réfléchi correspondant ; Si D = 1 mètre, on peut réaliser cette condition à 10^{-3} rd près, ce qui est suffisant car, compte tenu de la largeur des maximums observés en A et A', on ne pourra pas espérer faire des mesures à mieux que quelques 10^{-3} près.

Quand le réseau et l'écran sont en place, on mesure les longueurs AA' et D. D pourra être mesuré à 10^{-3} près moyennant quelques précautions ; en particulier l'épaisseur de la lame où se trouve le réseau n'est pas négligeable. De même, dans les calculs, on ne pourra pas confondre $\text{tg } \Delta$, $\sin \Delta$ et Δ .

A l'aide de cette méthode, on trouve couramment :

$$\lambda = 6\,330 \pm 20 \text{ \AA}$$

pour la lumière du laser He-Ne.

Une séance de travaux pratiques est facile à imaginer sur ce sujet. Elle comprendrait, par exemple :

1. La vérification de la formule (1). On ferait tracer la courbe :

$$\frac{\sin \Delta}{k} = f(k).$$

3. La détermination de la longueur d'onde λ .
4. La détermination du pas d'un réseau quelconque en substituant celui-ci au micromètre objectif servant d'étalon.

Remarques.

1° Un montage correct de diffraction à l'infini devrait s'observer dans le plan focal image d'un objectif placé, par exemple, après (R). En réalité, les maximums principaux qu'on obtiendrait ainsi ne seraient pas beaucoup plus étroits, car le pouvoir de résolution d'un tel réseau est faible (sa largeur est de l'ordre du mm, comparable à celle du faisceau laser). La manipulation serait moins simple sans être beaucoup plus précise.

2° On remarquera une double périodicité dans la figure de diffraction obtenue. En effet, les micromètres ont une graduation différente tous les 5 traits. On vérifiera qu'on obtient la figure correspondant à un réseau ayant 20 traits/mm et on justifiera dans les réseaux l'existence de raies fantômes ou « ghosts ».

