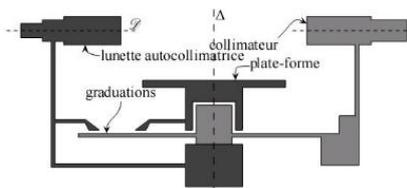


Document 1

Présentation du goniomètre

Description



Un goniomètre (du grec *gônia* : angle et *metron* : mesure) comporte 3 parties principales mobiles autour d'un même axe vertical  $\Delta$  :

- une **plate forme (PF)** destinée à recevoir un support sur lequel peut être fixé un prisme (P) (c'est le cas dans ce TP) ou un réseau. Elle est horizontale et peut tourner autour d'un axe vertical  $\Delta$ . La mesure des abscisses angulaires des différentes parties peut se faire très précisément grâce à un vernier (voir la partie 3), jusqu'au soixantième de degré.
- un **collimateur (C)** composé d'une fente fine à placer dans le plan focal objet d'une lentille convergente ; il permet d'obtenir un faisceau de lumière dont les rayons sont parallèles.
- une **lunette autocollimatrice (LA)** réglée sur l'infini, c'est-à-dire destinée à recevoir des faisceaux parallèles ; elle permet d'analyser la direction de la lumière qui sort du prisme (ou du réseau) et donc d'en déterminer l'abscisse angulaire.

Une fois réglé, un goniomètre fait l'image à l'infini d'un objet à l'infini : il ne sert donc pas à mesurer des distances mais uniquement des angles, *ie* des déviations.

2. Réglages de l'appareil

Un goniomètre sera correctement réglé si

- le collimateur (C) fabrique un objet à l'infini.

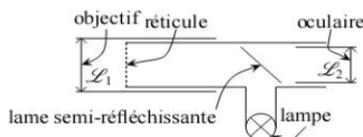
Certains puristes du goniomètres préconisent également de régler la perpendicularité de l'axe  $\mathcal{D}$  de la lunette et de l'axe  $\Delta$  du goniomètre : on le fera indirectement plus loin dans le TP. Les deux réglages ci-dessus se font successivement et leurs qualités sont liées : il est donc fortement conseillé de ne pas bâcler les réglages, d'autant qu'ils se font une fois pour tout le TP.

2-1 Réglage de la lunette autocollimatrice (LA)

Étant autocollimatrice, la lunette (LA) peut se régler sur l'infini sans avoir besoin de collimateur. (LA) est un système afocal composé de deux lentilles convergentes. Le schéma de principe de système est le suivant

$$\infty \xrightarrow{L_1} F'_1 = F_2 \xrightarrow{L_2} \infty \text{ pour l'œil}$$

Elle dispose également d'un éclairage interne et d'une lame semi réfléchissante.



Réglage de l'oculaire de la lunette autocollimatrice

L'oculaire permet de voir nettement et sans fatigue au *punctum remotum* un réticule (R) constitué de deux fils fins perpendiculaires coplanaires, c'est-à-dire à l'infini pour un observateur emmétrope. C'est le seul réglage qui puisse être modifié à tout moment du TP sans conséquence sur les autres. Pour le régler, viser avec la lunette un fond lumineux puis tirer l'oculaire (élément de la lunette le plus près de l'œil) jusqu'à obtenir une image floue du réticule puis progressivement le repousser de la quantité juste nécessaire pour obtenir (pour sa propre vue) une image nette. Le réticule (R) coïncide alors avec le foyer objet  $F_2$ . Les autres images seront donc vues nettement lorsqu'elles seront dans le plan de (R).

LE TEST DU OUI-OUI NON-NON

Un test permettant de vérifier que les réticules sont bien coïncidants est le test du « oui-oui non-non », il consiste à bouger légèrement la tête de haut en bas ou de droite à gauche une fois le réglage, que l'on pense correct, effectué. Si les réticules bougent beaucoup, alors le réglage est en fait raté, sinon il est correct.

C'est la même chose que lorsqu'on observe deux arbres au loin : on ne peut parfois savoir s'ils sont juste à côté ou s'ils sont éloignés. En revanche, si on se déplace transversalement, on est capable de voir si les arbres sont en fait éloignés s'ils semblent bouger l'un par rapport à l'autre lors du déplacement. S'ils ne bougent que peu, c'est qu'il sont réellement proches.

Réglage de l'objectif de la lunette par autocollimation

Grâce à une molette, il est possible d'interposer sur l'axe optique de la lunette un miroir semi réfléchissant. Ce dernier permet de mettre en service un éclairage latéral et de transformer la lunette en « source de lumière » tout en permettant néanmoins de voir les objets à l'infini. Le réticule éclairé (R) joue ainsi à la fois le rôle d'objet lumineux et de plan de visée. Placer un miroir plan à la sortie de la lunette, en utilisant l'éclairage latéral. Régler le tirage de l'objectif de telle sorte que l'image en retour du réticule (R) se forme dans le plan de ce dernier. (R) et le foyer image  $F'_1$  sont alors confondus selon le schéma  $(R) \xrightarrow{L_1} \infty \xrightarrow{\text{miroir}} \infty \xrightarrow{L_1} (R) \xrightarrow{L_2} \infty$ . Grâce à ces réglages, (LA) donnera d'un objet à l'infini une image nette dans le plan du réticule. On dit alors qu'elle vise à l'infini. On ne modifiera normalement plus ce réglage jusqu'à la fin du TP.

2-2 Réglage du collimateur (C)

Attention ! Il est interdit de forcer dans le sens de l'ouverture ou de la fermeture de la fente micrométrique du collimateur, sinon l'endommagement de celle-ci est garantie. Surveillez donc visuellement toute modification de celle-ci.

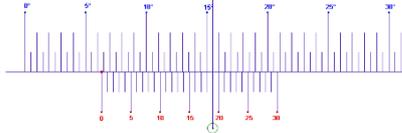
Oter le prisme de la plate forme et supprimer l'éclairage latéral de (LA). Éclairer la fente du collimateur par une lampe à vapeur de sodium. Placer la lunette autocollimatrice, préalablement réglée, dans l'axe du collimateur (C). Régler le tirage de l'objectif du collimateur, donc la distance fente-foyer objet de (C) de telle sorte que l'image de la fente dans (LA) soit vue nette et superposable au réticule (R). La fente se trouve à présent dans le plan focal objet de la lentille. La fente éclairée délivre un faisceau de lumière parallèle. Ce réglage est alors normalement définitif pour tout le TP.

## Document 2

Un outil de mesure très précis : le vernier

Tout d'abord, rappelons qu'on appelle **minute d'arc** la valeur d'un angle valant un soixantième de degré. On le note avec une apostrophe (prime), et il faut donc 60 minutes d'arc pour faire un degré d'angle :  $60' = 1^\circ$ . On subdivise également une minute d'arc en 60 secondes d'arc, de symbole double prime  $''$ . Petite remarque historique la distance correspondant sur la terre (pour une circonférence retenue de 40 000km) à une minute d'arc vaut 1852m longueur appelée *mille marin*.

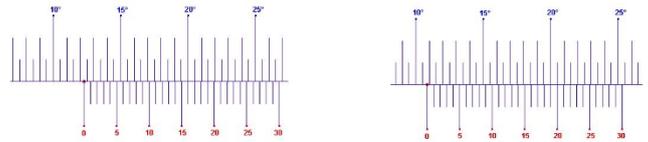
Le vernier est un dispositif permettant de mesurer des distances ou des angles avec une grande précision sans pour autant avoir des graduations trop serrées. Il comporte deux parties : l'une fixe, appelée châssis, et l'autre mobile appelée vernier et numérotée de 0 à 30. Cet appareil permet de mesurer des angles jusqu'à la minute d'angle. On procède en deux étapes, que nous allons illustrer avec le dessin suivant.



1. On repère la graduation 0 du vernier. Celle-ci permet de localiser la zone, de largeur un demi-degré, donnant le nombre de degré. Ici, le point est entre  $6^\circ$  et  $6,5^\circ$ , i.e. entre  $6^\circ 00'$  et  $6^\circ 30'$ .

2. On veut alors connaître la valeur exacte du nombre de minutes d'arc après le nombre de degré. Pour cela, on cherche les graduations qui coïncident exactement (et à défaut, le mieux) entre celles du vernier et du châssis. Ici, la coïncidence est indiquée par le trait avec un cercle. On retient alors le nombre de minutes d'arc indiqué sur le vernier, ici 19. On lit donc ici l'angle  $6^\circ 19'$ .

**Attention!** On lit un nombre de minutes d'arc, à ne pas confondre avec un angle en degré! Ainsi, on a par exemple  $1,25^\circ = 1^\circ 15'$ ,  $1,5^\circ = 1^\circ 30'$ ,  $1,9^\circ = 1^\circ 54'$ , etc. Ci-dessous, deux exemples pour s'entraîner.



On lit à gauche l'angle  $12^\circ 16'$  (ou  $12^\circ 17'$ ) et à droite l'angle  $10^\circ 50'$  (ou  $10^\circ 51'$ ) **et non**  $10^\circ 20'$ ,  $10^\circ 21'$ ,  $10^\circ 70'$  ou  $10^\circ 71'$ !

## Document 3

Un réseau est défini comme un ensemble de fentes très fines. Chaque fente est séparée de la suivante d'une distance  $a$ . Lorsqu'on éclaire le réseau **sous incidence normale**, on peut observer en transmission, des taches lumineuses sur un écran positionné en amont parallèlement au réseau issu, issues des interférences des ondes provenant de chaque fente éclairée.

La lumière laser de longueur d'onde  $\lambda$  issue des différentes fentes du réseau, interfère dans des directions repérées par l'angle  $i_k$  qu'elles forment avec la normale au réseau et telles que :

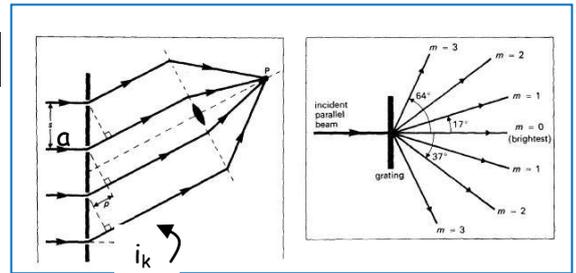
$$\sin(i_k) = \frac{m \cdot \lambda}{a} = m \cdot \lambda \cdot p$$

où  $m$  correspond à l'ordre de l'interférence ( $k \in \mathbb{N}$ )

et  $a$  la distance entre deux fentes ;  $a = 1/p$  et

$p$  étant le pas du réseau en trait/m.

- Exemples :
- $m = 0$  pour la tâche centrale dans la direction du faisceau,
  - $m = 1$  pour la première tâche à partir de la tâche centrale,
  - $m = 2$  pour la deuxième ...

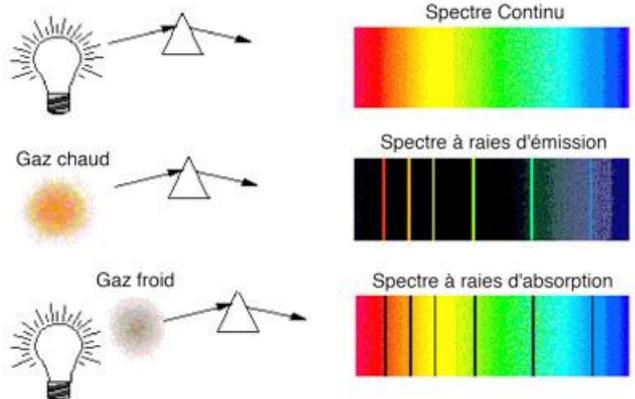


**Document 4** Lorsqu'un atome est chauffé ou qu'il subit une décharge électrique, un de ses électrons de sa couche périphérique, ou plus rarement des couches internes, passe du niveau fondamental à un niveau d'énergie supérieur appelé niveau d'état excité. Ce phénomène s'appelle l'absorption. Lorsque l'électron redescend, il émet à nouveau de l'énergie sous forme lumineuse, photon : c'est l'émission.

**L'énergie d'un atome ou une molécule ne peut prendre que des valeurs discrètes.**

Un spectre constitue l'ensemble des raies résultant de la décomposition d'une lumière complexe et, plus généralement, il montre également la répartition de l'intensité en fonction de la fréquence de l'énergie. Il existe deux types de spectres :

- Les **spectres d'absorption** sont obtenus en intercalant l'élément absorbant avant le système dispersif du spectroscope, muni d'une source de lumière blanche. On observe alors un spectre continu strié de fines raies noires.
- Les **spectres d'émission** se composent de fines raies colorées correspondant à des rayonnements monochromatiques particuliers. On les obtient à l'aide de spectroscopes à prisme ou à réseau.



## Document 5

### Raies d'émission du mercure

Couleur	Longueur d'onde (nm)
Rouge	671,5
Orange	615,0
Orange	579,1
Jaune	567,6
Vert	546,1
Bleu	435,8
Bleu	404,7

## **Appropriation de la problématique**

*Exploiter des informations et extraire des hypothèses de résultat à vérifier*

Nous disposons de deux lampes l'une à vapeur de sodium, l'autre à vapeur de mercure, ainsi que d'un goniomètre surmonté d'un réseau.

Lire attentivement les documents 3, 4 et 5.

**Proposer en quelques lignes un protocole permettant de mesurer les longueurs d'ondes caractéristiques du sodium.**

*Savoir faire un schéma*

Lire attentivement les documents 1 et 2.

**Faire un ou deux schéma illustrant les réglages nécessaires du goniomètre.**

Sans soucis d'échelle, faire apparaître la succession d'instruments optiques entre l'objet visé et l'œil, les principales caractéristiques de ces instruments et la marche de quelques rayons lumineux.

## **Réalisation**

Mettre en œuvre le protocole présenté.

Effectuer les mesures nécessaires et éventuellement les reporter sur un tableur grapheur de votre choix que vous avez à disposition.

## **Analyse**

Interpréter les résultats et les courbes obtenus. Répondre à la question posée rappelée ci-dessous :

**Quelles sont les valeurs des longueurs d'ondes principales caractéristiques du sodium ?**