

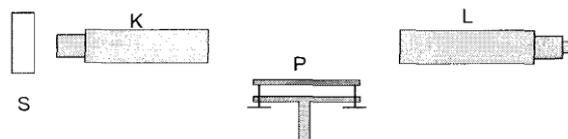
# Utilisation d'un Goniomètre

## I- Utilisation d'un goniomètre : réglage de l'appareil

### 1- Description:

Un goniomètre comprend:

- une lunette de visée L devant une source lumineuse S,
- un collimateur K
- un plateau P.



Les 3 éléments sont mobiles autour d'un même axe vertical et les 3 mouvements sont indépendants.

Un cercle C fixe, perpendiculaire à l'axe de rotation vertical, permet la mesure d'angle en degré, minute.

La lunette peut basculer horizontalement par une vis de réglage.

Une autre vis permet de bloquer la lunette et l'action d'une vis tangente permet une rotation micrométrique.

Le collimateur K placé devant une lampe spectrale, est destiné à éclairer le prisme au moyen d'un faisceau de lumière parallèle. Il comporte une fente de largeur variable, un bouton moleté pour le réglage.

Le plateau P comprend 2 disques: l'un fixe, l'autre mobile par rapport au précédent sous l'action de 3 vis calantes.

Remarque:

- Ne commencer la manipulation qu'après un examen détaillé de l'appareil; il s'agit de bien comprendre le rôle des différentes vis de réglage en particulier.
- Un collimateur auxiliaire, reconnaissable à son cordon d'alimentation électrique, n'est pas utilisé dans cette manipulation; il sera placé contre le collimateur pour ne pas gêner.

### 2- Réglages :

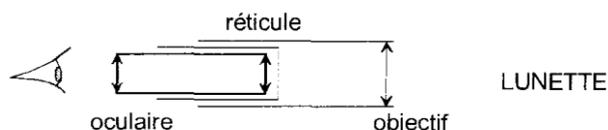
#### 2.1 Oculaire:

- Mettre au point sur le réticule en déplaçant l'oculaire.

L'œil doit voir le réticule sans effort d'accommodation:

Pour cela:

- mettre une feuille blanche devant l'objectif de la lunette
- faire glisser l'oculaire vers l'extérieur dans le tube porte-réticule jusqu'à ce que l'image cesse d'être nette, repousser celui-ci jusqu'à retrouver la netteté
- Eviter d'enfoncer l'oculaire au cours des observations. Si cela se produisait, il faudrait refaire ce réglage.



#### 2.2 Mise au point de la lunette sur l'infini:

- Diriger la lunette vers un objet très éloigné, une antenne sur un toit par exemple.
- Agir sur la crémaillère qui entraîne le système {réticule-oculaire}, mettre au point sur l'image de l'objet observé

**On doit voir sans effort d'accommodation, sans parallaxe, aussi bien "objet visé que le réticule !!!  
Faire vérifier avant de poursuivre !!!**

#### 2.3 Réglage du collimateur:

- Diriger la lunette vers le collimateur. Ouvrir la fente du collimateur et l'éclairer par la source S utilisée.
- Régler le tirage du collimateur de manière à observer une image très nette de la fente, en particulier sur les bords.
- Refermer ensuite la fente et amener son image à être confondue avec le trait vertical du réticule de la lunette

#### 2.4 Réglage des axes:

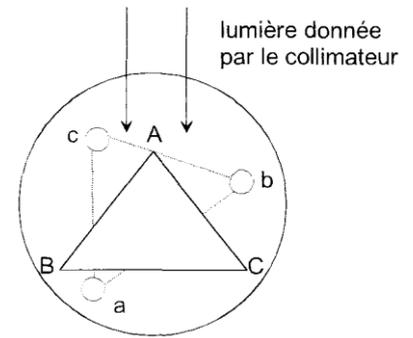
Le collimateur immobilisé par une vis de blocage a son axe perpendiculaire à l'axe de rotation central.

- Faire basculer le corps de la lunette de façon que le centre de la fente coïncide avec le centre du réticule.

#### 2.5 Mise en place du prisme:

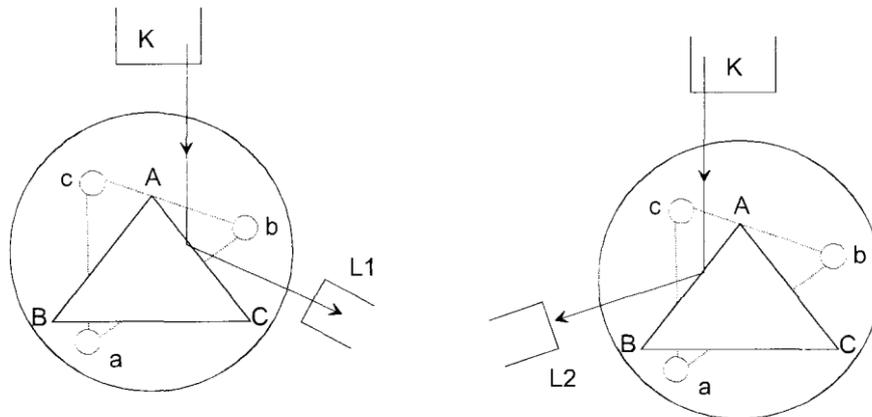
# Utilisation d'un Goniomètre

- Amener le bras solide de la plate-forme à l'opposé de la lunette.
- Placer approximativement (a,b,c) les 3 vis calantes du plateau mobile à mi-course pour rendre le plateau sensiblement horizontal.
- Nettoyer le prisme (ABC) à l'alcool avec du papier Joseph si nécessaire
- Déposer le prisme sur le plateau :
  - l'arête A dépasse un peu le centre du plateau
  - elle est tournée vers le collimateur.
  - les trois côtés de la base d'appui du prisme sont perpendiculaires aux côtés du triangle formé par les trois vis.



## 2.6 Réglage du parallélisme de l'arête A à l'axe de rotation central:

- Viser l'image de la fente par réflexion sur la face AC => lunette en position  $L_1$
  - Agir sur la vis (a) opposée à AC pour centrer l'image de la fente sur l'image du réticule.
  - Viser l'image de la fente par réflexion sur la face AB => lunette en position  $L_2$
  - Agir sur la vis (b) pour centrer l'image de la fente sur l'image du réticule.
  - Revenir à  $L_1$ , corriger s'il y a lieu, puis à  $L_2$ , ..etc. Jusqu'à un réglage parfait.
- Chacune des faces (AB ou AC) est alors parallèle à l'axe central, de même que l'arête A.



Remarque : pour trouver plus facilement les positions  $L_1$  et  $L_2$  de la lunette, chercher d'abord à l'œil nu l'image de la fente sur la face AC, puis sur la face AB.

Mesure de l'indice de réfraction d'un prisme avec un goniomètre

## II- Mesure de l'indice de réfraction d'un prisme avec un goniomètre

### 1- Mesure de l'angle A:

1.1 Première méthode: on fait tourner la lunette, le prisme reste fixe:

- Régler la largeur de la fente (fente fine)
- Pointer l'image de la fente par réflexion sur AC
- Lire la position ( $L_1$ ) de la lunette sur le cercle gradué.
- Répéter l'opération par réflexion sur la face AB ( $L_2$ ).

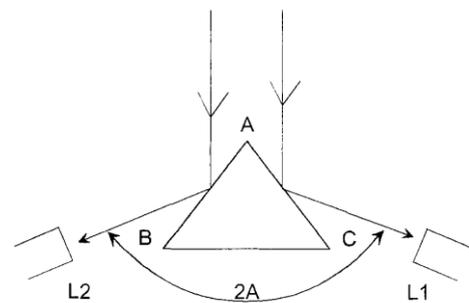
Mesure de l'angle A du prisme:  $A = \frac{|L_2 - L_1|}{2}$

- Faire plusieurs essais en déplaçant légèrement le prisme entre chaque essai.

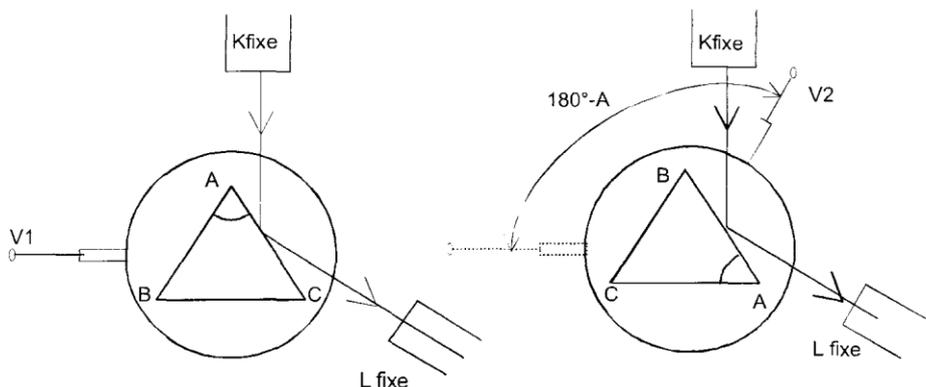
- Donner toutes les mesures dans un tableau.

Remarque Le vernier comporte 30 divisions sur 0,5 degré, on peut donc mesurer l'angle à une minute d'angle près.

1.2 Deuxième méthode: on fait tourner le prisme: la lunette reste fixe:



# Utilisation d'un Goniomètre



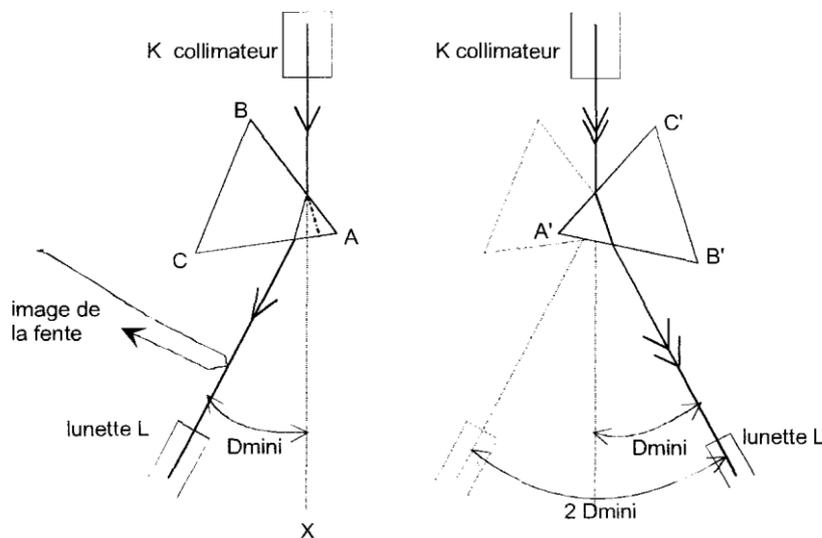
- Placer l'alidade solidaire de la plate-forme et la bloquer sur la position  $V_1$ .
  - Pointer l'image de la fente par réflexion sur  $AC$ . Bloquer la lunette. Lire la position  $V_1$  de l'alidade.
  - Tourner alors l'alidade pour obtenir la réflexion du rayon lumineux sur la face  $AB$ .
  - Sans toucher à la lunette mais uniquement au moyen de l'alidade, amener l'image de la fente à la croisée des fils du réticule. Lire la position  $V_2$  de l'alidade.
- L'angle est donné par  $A = 180^\circ - |V_2 - V_1|$
- Faire plusieurs essais et donner les mesures dans un tableau. Calculer  $A$  moyen en degré, minute.
  - Comparer les résultats obtenus par les deux méthodes.

## 2- Mesure de l'indice du prisme :

On observera maintenant l'image de la fente par réfraction sur les faces  $AB$  et  $AC$  du prisme (voir figure).

L'observateur verra donc le spectre d'émission de la lampe au sodium (raies colorées bien visibles et fines) Chercher d'abord les raies à l'œil nu, puis placer la lunette d'observation. Observer le doublet jaune du sodium.

### 2.1 Mesure de la déviation minimum $D_{\text{mini}}$ pour le doublet jaune du sodium:



- Le collimateur reste fixe.
- Tourner la plate-forme pour éclairer la face  $AB$  du prisme.
- Ecarter la lunette et chercher à l'œil nu le faisceau réfracté sortant par la face  $AC$ .
- Tourner lentement la plate-forme à la main de manière à ce que l'image se déplace et se rapproche de l'axe  $KX$ .
- Arrêter au moment où cette image repart en sens contraire.
- Amener alors la lunette devant l'œil; parachever le réglage jusqu'à ce que l'image soit au minimum de déviation, sur la croisée des fils du réticule.
- Noter la position  $L$  de la lunette.

# Utilisation d'un Goniomètre

## Faire vérifier avant de poursuivre !!!

- Sans toucher au prisme, faire tourner la plate-forme pour amener  $ABC$  en  $A'B'C'$ .
- Répéter les opérations précédentes.
- La lunette occupe alors la position  $L'$ , symétrique de  $L$  par rapport à l'axe  $KX$ .
- La déviation minimum est donnée par:  $D_{mini} = \frac{|L'-L|}{2}$
- Faire plusieurs essais; donner toutes les mesures (en degré, minute) dans un tableau.
- Calculer ( $D_{mini}$ ) moyen en degré, minute, puis en degrés décimaux.

## 2.2 Calcul de l'indice $n$ du prisme:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{D_{mini} + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

Pour une radiation monochromatique donnée, l'indice de réfraction est donné par la formule ci-contre.

Attention aux unités!

Des mesures de  $A$  et de  $D_{mini}$ , en déduire la valeur de  $n$  avec 4 chiffres significatifs.

## III- Spectroscopie à réseau plan

### 3- Relations fondamentales du réseau plan :

Pour une direction émergente faisant un angle  $\theta$  avec la perpendiculaire au plan du réseau, la différence de marche entre deux rayons passant par des points distants de  $a$  est donnée par :

$$\delta = a(\sin \theta - \sin \theta_0)$$

en supposant  $\theta$  et  $\theta_0$  orientés dans le même sens.

Pour certaines directions privilégiées, toutes les ondes provenant de toutes les fentes du réseau interfèrent à l'infini si la différence de marche introduite par deux fentes successives est un nombre entier de longueur d'onde:  $\delta = k\lambda$ ,  $k$  étant un nombre d'interférence.

Les directions d'intensité maxima sont donc données par:  $\delta = k\lambda = a(\sin \theta - \sin \theta_0)$

Le spectre du premier ordre correspond une différence de marche de  $\lambda$ , celui du second ordre il à une différence de  $2\lambda$ ...

### 4- Observations et mesures :

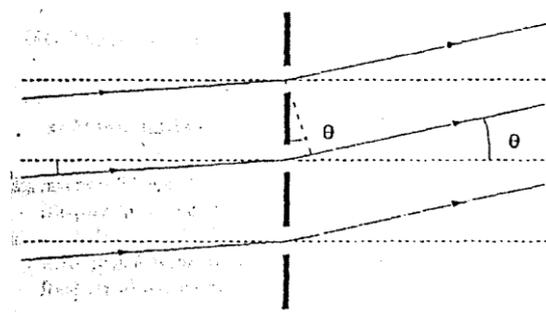
Placer le réseau en incidence quasi-normale et réaliser une fente source suffisamment fine,

#### 1.4 Observations qualitatives :

- Comparer la luminosité de spectres d'ordres différents.
- Comment varie l'angle de déviation en fonction de la longueur d'onde? Comparer avec le spectroscopie à prisme.

#### 2.4 Mesures dans le spectre du premier ordre :

- -Mesurer les angles de déviations (en utilisant la même technique de pointage que celle utilisée dans le T.P. de la mesure de l'indice d'un verre correspondant aux raies les plus intenses émises par les lampes spectrales Cd et Hg. On pointera au moins six raies différentes bien réparties sur l'intervalle [400nm, 700nm]. Les principales correspondances couleur-longueur d'onde pour les raies les plus intenses des vapeurs métalliques utilisées se trouvent dans le tableau ci-dessous (longueurs d'onde en nanomètres)
- Tracer sur papier-millimétré, la courbe d'étalonnage du spectroscopie:  $\sin \theta = f(\lambda)$
- Déduire de la courbe précédente le pas du réseau et le nombre de traits par millimètre du réseau. Comparer avec les données du constructeur.
- Vérifier la bonne incidence normale du faisceau source.
- A l'aide de l'étalonnage précédent. déterminer la longueur d'onde d'une raie inconnue (par exemple raie jaune du sodium)



# Utilisation d'un Goniomètre

## Généralités sur les ondes lumineuses

Les radiations lumineuses sont caractérisées par :

- une fréquence  $\nu$  en hertz (Hz), une période  $T$  en seconde (s). De plus  $T = 1/\nu$
- une célérité  $c$  ou vitesse de propagation dans le milieu transparent traversé
- une longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide.

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{\nu}$$

Les longueurs d'onde se mesurent en mètres ou en sous-multiples micromètres nanomètres  $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ .

Dans le domaine des radiations visibles, on distingue les différentes couleurs par leur longueur d'onde :

- Si  $400\text{ nm} < \lambda < 800\text{ nm}$  domaine des radiations lumineuses ou radiations visibles
- Si  $\lambda < 400\text{nm}$  : domaine du rayonnement ultra-violet (UV)
- Si  $\lambda > 800\text{nm}$  : domaine du rayonnement infra-rouge (IR)

$\lambda$ en nm	$\lambda < 400$	400	430	450	490	570	600	630	$\lambda > 800$
couleur		violet	indigo	bleu	vert	jaune	orange	rouge	
	U.V	radiations lumineuses visibles						U.V	

Certaines sources comme les lampes à incandescence émettent une lumière blanche dont le spectre contient toutes les couleurs (spectre continu).

D'autres sources comme les lampes spectrales, étincelle ou arc entre électrodes métalliques, n'émettent que certaines radiations bien définies, de longueur d'onde déterminée (spectre de raies).

### longueurs d'onde de référence dans le spectre visible

Les longueurs d'onde  $\lambda$  sont données en nm (  $1\text{ nm} = 1\text{ nanomètre} = 10^{-9}\text{ m}$  )

Les raies les plus intenses sont en chiffres **gras**.

#### CADMIUM (Cd)

<b>446,7</b>	<b>480,0</b>	<b>508,6</b>	643,8
bleu	bleu	vert	rouge

#### MERCURE (Hg)

<b>404,7</b>	<b>407,8</b>	<b>435,8</b>	491,6	496,0	<b>546,1</b>	<b>577,0</b>	<b>579,1</b>	623,4	690,7
doublet bleu		violet	indigo	vert bleu	vert	doublet jaune		orange	rouge

#### SODIUM (Na)

497,9	498,3	<b>568,3</b>	<b>568,8</b>	<b>589,0</b>	<b>589,6</b>	615,4	616,1
doublet vert		doublet jaune vert		doublet jaune		doublet orange	

# Utilisation d'un Goniomètre

## Schéma simplifié du goniomètre

