

Activité expérimentale: le goniomètre.

L'objectif de l'activité est de déterminer l'indice de réfraction d'un prisme à l'aide d'un goniomètre. Il s'agit un instrument d'optique permettant de mesurer des angles avec une grande précision (à la minute près !)

Capacités exigibles:

Régler et mettre en oeuvre une lunette autocollimatrice et un collimateur.

Utiliser des vis micrométriques et un réticule.

Matériel:

Goniomètre, prisme d'angle au sommet 60° , lampe à vapeur de sodium Na, lampe à vapeur de mercure Hg, miroir plan.

Compétences de la démarche expérimentale travaillées:

S'approprier	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les grandeurs pertinentes. - Acquérir de nouvelles connaissances en autonomie. 	
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en œuvre un protocole . - utiliser le matériel de façon adaptée en respectant des règles de sécurité. - Mener des calculs. 	
Valider	<ul style="list-style-type: none"> - Exploiter des observations, des mesures. - Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux. 	
Communiquer	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser un vocabulaire scientifique précis. 	

Travail à faire :**S'APPROPRIER.**

1. Lire attentivement les documents.

REALISER.

2. Procéder au réglage du goniomètre.

3. Le spectre d'émission du sodium présente un doublet de raies jaunes de longueur d'onde (plus intense) et $\lambda_2 = 589,6 \text{ nm}$.

- Faire la mesure du minimum de déviation D_m avec la raie jaune du sodium de longueur d'onde $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$.

4. Remplacer la lampe au sodium par la lampe au mercure. Choisir 3 raies parmi les plus intenses, et déterminer D_m pour chacune.

Vous pouvez utiliser le script Python proposé pour faire les calculs.

VALIDER.

6. Calculer la valeur de l'indice n du prisme pour chaque raie mesurée.

Donnée: principales raies du spectre d'émission du mercure.

λ (nm)	623,4	612,3	607,3	579,1	577,0	546,1	491,6	435,8	407,8	404,6
Couleur	rouge	rouge	rouge	jaune	jaune	vert-jaune	bleu-vert	indigo	violet	violet
Intensité	moyen	faible	faible	forte	forte	forte	moyen	forte	faible	forte

7. Les valeurs tabléées de l'indice du verre Crown sont $n=1,5$ et pour le verre Flint $n=1,7$.

Commenter qualitativement vos résultats. Quel est a priori le verre à votre disposition?

8. Citer les deux sources d'incertitudes de la manipulation.

9. Compléter le bilan.

Tableau de valeurs.

Couleur de la raie					
λ en nm					
θ_1 en °					
θ_2 (ou θ_0) en °					
Dm en °					
n (sans unité)					

BILAN :

Un goniomètre sert à

Pour mesurer l'indice de réfraction d'un prisme avec cet appareil il faut mesurer l'angle

La précision d'un goniomètre est de

La lecture de l'angle en minutes nécessite l'utilisation d'un

Le réglage d'un goniomètre se fait en 3 étapes:

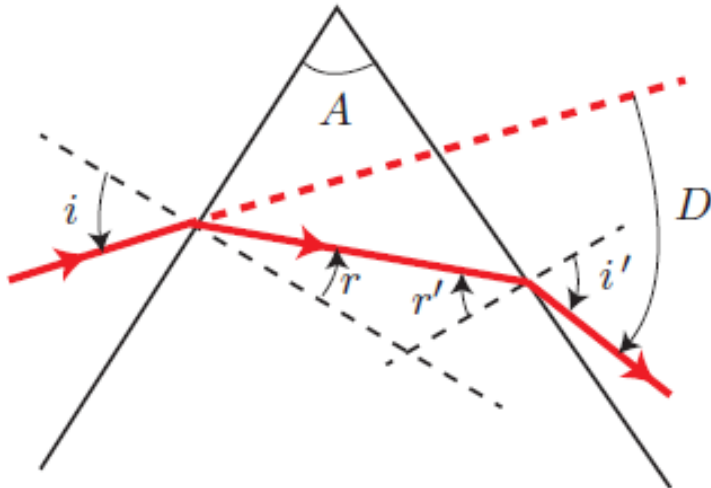
- réglage de l'..... de la lunette.
- réglage de l'..... de la lunette.
- réglage de l'..... du collimateur.

Document 1: pourquoi une mesure d'angle permet de déterminer l'indice d'un prisme?

Le prisme dévie la lumière grâce à la réfraction.

L'indice du prisme dépend de la longueur d'onde donc chaque radiation de longueur d'onde différente sera déviée différemment.

L'angle de déviation D pour une longueur d'onde donnée dépend de l'angle d'incidence i du faisceau lumineux sur le prisme. En particulier, la déviation admet un minimum D_m .



L'indice n du prisme est relié à l'angle A du prisme (dans notre cas $A = 60^\circ$) et à la déviation minimale D_m par la relation :

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

Ainsi, si la mesure de l'angle de déviation minimal D_m à l'aide du goniomètre permet par le calcul de déterminer la valeur de n .

Document 2: présentation du goniomètre.

Un goniomètre est constitué d'une partie fixe (le support) et d'une partie mobile comportant :

- Un **collimateur** permettant de **créer un objet à l'infini**, c'est-à-dire un **faisceau parallèle incident** sur le prisme.
- Une **lunette** de visée (objectif + réticule + oculaire) permettant de **repérer un rayon émergent** du prisme et d'en former une image à l'infini afin que l'oeil puisse observer à travers la lunette sans accommoder.
- Le **réticule** sert également à **pointer** les raies précisément.
- Entre le réticule et l'oculaire, il existe une lame semi-réfléchissante et un éclairage interne.

Figure 1: un goniomètre.

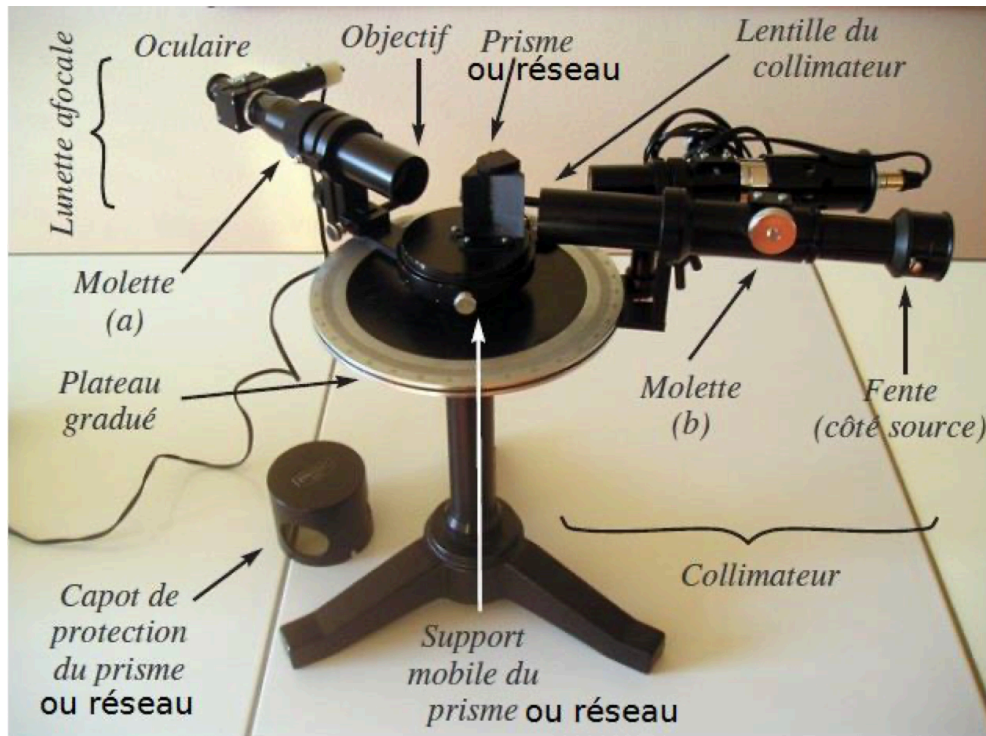
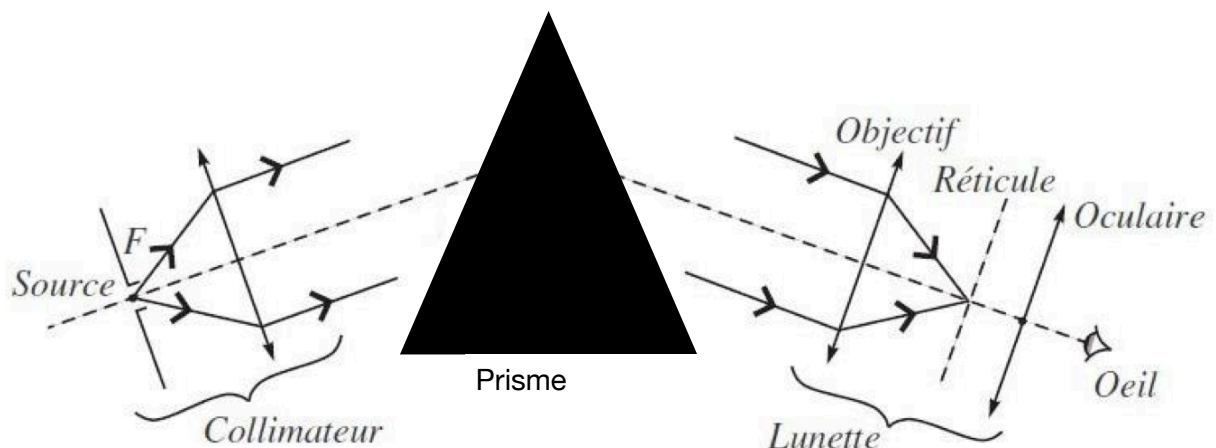


Figure 2: principe.



Document 3: règles de sécurité.



Le goniomètre est un instrument assez fragile qu'il convient d'utiliser avec soin, vos yeux aussi !

— Une expérience correctement réalisée ne doit pas entraîner d'éblouissement : Veiller à chaque instant à manipuler afin que ni vous ni les autres personnes de la pièce ne soient éblouis par une source mal positionnée ou une fente source laissant passer une trop grande quantité de lumière.

La sécurité (électrique et optique) doit être assurée pour tous à chaque moment du TP.

— Ne pas toucher les surfaces du prisme.

— Ne jamais forcer la rotation des instruments à la main.

— La lampe spectrale utilise une ampoule à vapeur métallique coûteuse et fragile. Ces lampes sont longues à atteindre leur température d'équilibre et ne doivent pas être rallumées juste après avoir été éteintes => ne pas l'éteindre pendant la manipulation.

Document 4: protocole de réglage du goniomètre.

Les manipulations suivantes doivent être réalisées **dans l'ordre** et **avec soin** pour pouvoir réaliser par la suite des mesures avec le goniomètre.

Le réglage se fait avec le plateau central du goniomètre vide.

Etape 1: réglage de la lunette à l'infini.

1.1. Réglage de l'oculaire.

Régler la position de l'oculaire pour que le réticule (croix) apparaisse net sans accommoder.

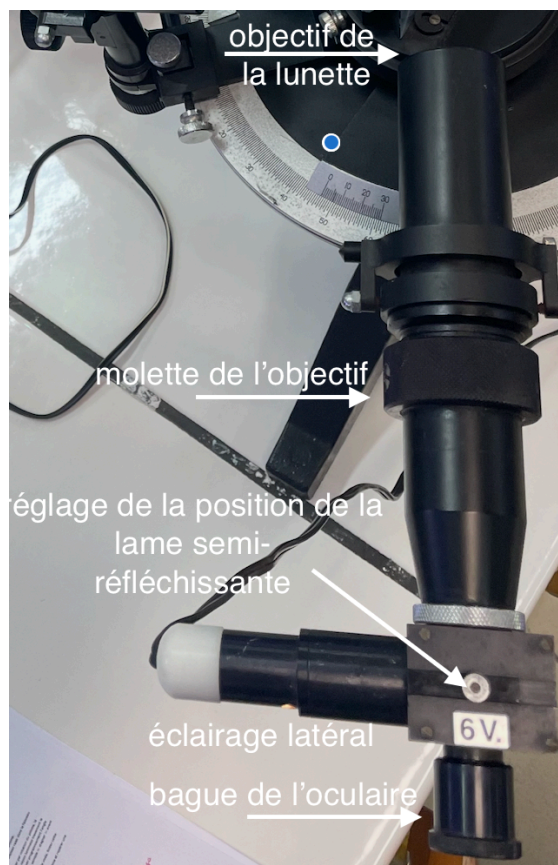
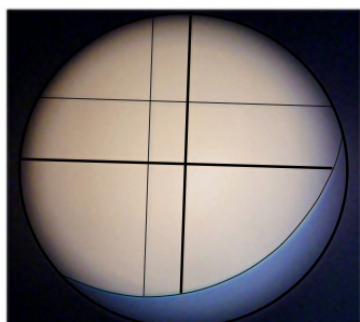
1.2. Réglage de l'objectif.

Allumer la petite lampe de la lunette, et mettre en place la lame semi-réfléchissante.

Plaquer (à la main) un miroir plan contre l'objectif de la lunette.

Vous devez voir une tâche circulaire lumineuse.

Ajuster la molette de réglage de l'objectif jusqu'à voir sur cette tâche le réticule et son image nets tous les deux : la lunette est alors réglée sur l'infini.



Ne pas chercher à centrer le reflet ni à superposer les réticules.
Retirer la lame semi-réfléchissante et éteindre la lampe.

Rq: en cas de changement d'observateur, seul le réglage de l'oculaire peut être modifié.

Etape 2: réglage du collimateur.

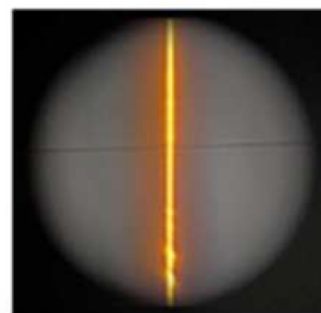
Placer le collimateur en face de la lunette.

Fermer au minimum la fente du collimateur (ne pas être ébloui!).
Placer la lampe spectrale à vapeur de sodium devant la fente du collimateur.

Observer à travers la lunette l'image de la fente produite par le collimateur.

Agir sur la **molette du collimateur** jusqu'à ce que cette image soit nette, en particulier les bords.

La fente et le réticule doivent être alignés et bien verticaux.

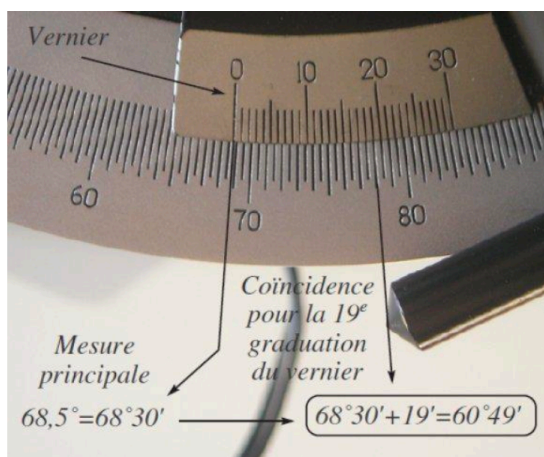


Le collimateur produit alors une image à l'infini de la fente, autrement dit celle-ci se trouve dans le plan focal objet du collimateur. Ainsi, tout point éclairé de la fente produit en sortie un faisceau de rayons parallèles. Le goniomètre est alors réglé.

Document 5: mesure d'un angle avec le goniomètre.

Principe : $1^\circ = 60'$ (soixante minutes d'arc).

En conséquence, 1 minute d'angle correspond à $1^\circ/60$.



Rappel : lecture d'un vernier.

- ▷ repérer la mesure principale à l'aide de 0 de la partie mobile, la valeur indiquée sur la partie fixe donne la valeur de l'angle à $0,5^\circ$ près ;
- ▷ repérer la meilleure coïncidence entre les graduations de la partie mobile et de la partie fixe, la valeur indiquée sur la partie mobile permet d'affiner la mesure à la minute d'angle près.

Mesure de D_m .

- Eclairer en incidence rasante la face d'entrée du prisme.
- Chercher à l'aide la lunette l'image des différentes raies dans le faisceau émergent.
- Choisir une raie et pour cette raie, chercher par rotation du prisme, la position du prisme telle que la déviation du rayon lumineux traversant le prisme soit minimale. (Pour cela il faut diminuer progressivement l'angle d'incidence, la raie en question se déplace puis semble « stagner » avant de revenir sur ses « pas »).
- Repérer alors la position angulaire de la lunette de visée. Noter cette valeur θ_1 .
- Recommencer pour les autres raies.

S'il vous reste moins de 30 minutes :

Enlever le prisme et viser le collimateur avec la lunette.

Mesurer la valeur θ_0 correspondant au trajet direct de la lumière.

On a alors $D_m = |\theta_0 - \theta_1|$

S'il vous reste plus de 30 minutes :

- Faire faire un demi-tour au plateau supportant le prisme et repérer une nouvelle fois le minimum de déviation.
- Repérer alors la position angulaire de la lunette de visée.
- Noter cette valeur θ_2 .

On a donc :

$$D_m = \frac{|\theta_2 - \theta_1|}{2}$$

