

Correction du TP

✂ Capacités exigibles

- ◇ Mesure de longueurs sur un banc d'optique.
- ◇ Mettre en œuvre une mesure de longueur par déplacement du viseur entre deux positions.
- ◇ Utiliser un viseur à frontale fixe, une lunette auto-collimatrice.
- ◇ Utiliser des vis micrométriques et un réticule pour tirer parti de la précision affichée de l'appareil utilisé.

I Objectifs

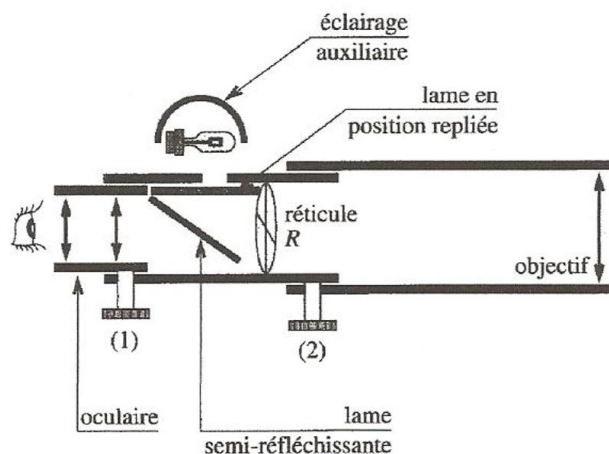
- ◇ Utiliser une lunette autocollimatrice pour **reconnaître** et **utiliser** un faisceau parallèle ;
- ◇ Continuer à se familiariser avec un viseur à frontale fixe ;
- ◇ Réaliser des régressions linéaires.

II S'approprier

II/A Principe de la lunette autocollimatrice

La lunette autocollimatrice permet de réaliser un faisceau de lumière parallèle. Elle est constituée d'un objectif, d'un réticule R et d'un oculaire.

Entre l'oculaire et le réticule est disposée une lame semi-réfléchissante, inclinée à 45° par rapport à l'axe optique du dispositif et éclairée par une petite ampoule (éclairage auxiliaire).



II/B Théorème des vergences

Considérons deux lentilles minces \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 de centres optiques respectifs O_1 et O_2 et de distances focales images respectives f'_1 et f'_2 . On suppose que ces deux lentilles sont accolées si bien que leurs centres optiques sont confondus : $O_1 \equiv O_2 \equiv O$.

- ① Redémontrez le théorème des vergences.

Réponse

Soit un objet AB conjugué à son image A_2B_2 par le doublet de lentilles. Par ailleurs, on introduit

$\overline{A_1B_1}$ l'image intermédiaire. Nous pouvons alors écrire la relation de conjugaison de Descartes pour chacune des lentilles :

$$\frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_1} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\overline{OA_2}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} = \frac{1}{f'_2}$$

Sommons terme à terme ces deux relations. Il vient alors :

$$\frac{1}{\overline{OA_2}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2}$$

Si bien que tout se passe comme si le système optique était équivalent à une unique lentille mince de distance focale image f'_{eq} tel que :

$$\frac{1}{f'_{\text{eq}}} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2}$$

Soit encore, en terme de vergences :

$$V_{\text{eq}} = V_1 + V_2$$



II/C Réglage de l'oculaire

Même principe que pour régler le viseur :

Expérience TP3.1 : Réglage de l'oculaire

- 1) Allumer la lampe latérale de la lunette qui éclaire le réticule. **Attention** elle doit être alimentée en 6 V alternatif. Sinon vous risquez de l'endommager.
- 2) Régler l'oculaire à votre vue : mettre au point le réticule en agissant sur l'ocillon de l'oculaire grâce à la vis (1). Ce réglage est personnel et nécessaire avant toute manipulation. La lunette est réglée quand on voit les deux fils croisés nets.

II/D Réglage de la lunette sur l'infini

On effectue ce réglage pour obtenir un faisceau de lumière parallèle. Il se fait à l'aide d'un miroir plan.

Expérience TP3.2 : Réglage sur l'infini

- 1) Placer la lame semi-réfléchissante interne de telle façon que la lumière sorte de l'objectif (loquet argenté). Pour cela, vérifier qu'un faisceau lumineux est visible en mettant votre main à la sortie de la lunette.
- 2) Placer sur l'objectif (immédiatement après la lunette) le petit miroir plan.
- 3) Observer l'image en retour du réticule : déplacer l'ensemble oculaire par rapport à l'objectif de façon à ce que cette image en retour soit aussi nette que l'objet, en agissant sur la bague moletée (2) de la lunette.

On vient alors de réaliser un réglage par autocollimation. Ainsi, on s'assure que **le réticule est au foyer objet de l'objectif**. La lunette peut ainsi être utilisée :

- ◇ Pour reconnaître un faisceau parallèle (1er montage),
- ◇ Comme source de faisceau parallèle (2ème montage).

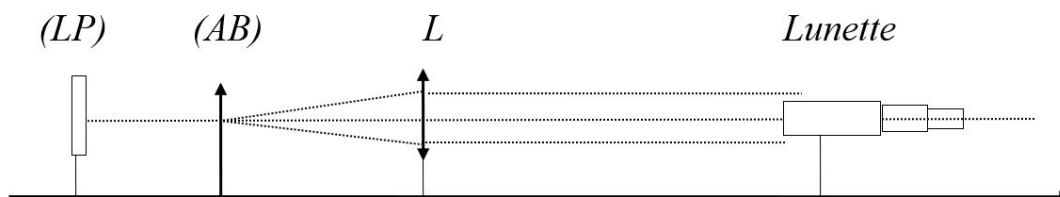
III Réaliser et valider

Activité Capytale disponible¹.

III/A Détermination d'une distance focale

L'objectif de cette partie est de déterminer la distance focale d'une lentille expérimentalement (focométrie) par reconnaissance d'un faisceau parallèle en utilisant la lunette autocollimatrice.

III/A) 1 Montage



Expérience TP3.3 : Montage pour distance focale

- 1) Prendre comme objet AB, la plaque constituée des lettres F sur support translucide et prendre une lentille de distance focale 10 cm ou 20 cm. Éclairer l'objet AB avec la lampe spectrale (LP). Cette lampe doit être allumée une dizaine de minutes avant l'expérience pour chauffer. Interposer un dépoli devant la lampe pour limiter la luminosité et protéger vos yeux.
- 2) Réaliser le montage ci-dessus, en mettant la lunette à droite de la lentille, sa place a peu d'importance. La lame semi-réfléchissante à l'intérieur de la lunette doit être rétractée.
- 3) Déplacer la lentille pour voir dans la lunette autocollimatrice l'image A'B' de AB nette sur le réticule : A'B' est alors à l'infini donc AB est dans le plan focal objet de la lentille.

Astuce

Vérifier que la position de la lunette n'a pas d'importance en la déplaçant sur le banc optique, ce qui montre l'existence d'un faisceau de lumière parallèle.

III/A) 2 Mesure de la distance focale

- 1) Estimer alors la distance focale f' de la lentille, ainsi que son incertitude.

Réponse

On peut alors estimer la distance focale f' de la lentille en mesurant grâce au réglet fixé sur le banc optique la distance entre l'objet et la lentille.

Résultats en cours...



- 2) Calculer l'écart normalisé et conclure.

Réponse

Résultats en cours...

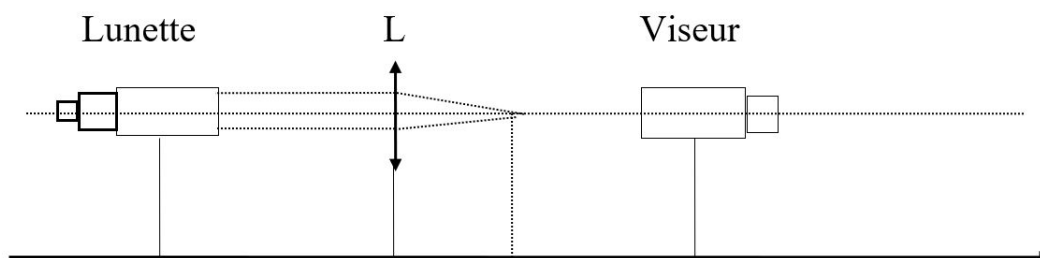
1. <https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/89bb-1898302>

Si vous constatez un désaccord trop grand entre la valeur prévue et la valeur obtenue, essayez de trouver la cause de l'erreur systématique qui est créée par le montage. Ce montage est moins précis que celui vu au TP précédent pour déterminer la distance focale d'une lentille, mais il est également bien plus rapide!



III/B Vérification du théorème des vergences

III/B) 1 Montage



Expérience TP3.4 : Observation au viseur

- 1) Éteindre la lanterne utilisée dans le montage précédent. La source secondaire de la lunette autocollimatrice est maintenant la source de lumière. La mettre à gauche sur le banc d'optique. Elle doit toujours être réglée sur l'infini. Interposer une lentille convergente entre la lunette et un viseur à frontale fixe. Soignez vos alignements.
- 2) Repérer la position du viseur à frontale fixe permettant d'observer la face de sortie de la lentille (mettre un petit morceau de papier sur cette face ou la mine de votre crayon). On notera cette position x_v .
- 3) Ensuite, viser l'image du réticule avec le viseur et relever la position x_R du viseur à frontale fixe correspondante sur le banc optique. Vous chercherez cette position en éloignant le viseur d'environ la distance focale de la lentille par rapport à la position x_v précédemment obtenue.

- 3) Faire la manipulation avec les différentes lentilles convergentes dont vous disposez, en notant l'incertitude et en calculant les écarts normalisés. Sur vos compte-rendus, vous ordonnerez vos résultats dans un tableau sous la forme suivante :

TABLEAU 3.1 – Relevés de distances focales

Numéro	$f_{\text{theo}}(\text{cm})$	$x_v(\text{cm})$	$x_R(\text{cm})$	$f_{\text{exp}}(\text{cm})$	E_N
0 \pm \pm \pm
1 \pm \pm \pm
2 \pm \pm \pm
3 \pm \pm \pm
4 \pm \pm \pm
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots

Réponse

solu



III/B) 2 Validation du théorème des vergences

Expérience TP3.5 : Théorème des vergences

- 1) Prendre la lentille convergente de distance focale connue $+8\delta$.
- 2) Associer à cette lentille (en les disposant accolées à la première), une par une, les autres lentilles dont vous disposez (convergentes ou divergentes).

- 4 En utilisant la méthode précédente, mesurer la distance focale totale $f'_{\text{tot,exp}}$ pour chaque association de lentilles, et en déduire la vergence expérimentale de l'ensemble. Réaliser au moins cinq associations différentes. Sur vos compte-rendus, vous ordonnerez vos résultats dans un tableau sous la forme suivante :

TABLEAU 3.2 – Relevés de vergences

Numéro	$V_1(\delta)$	$V_2(\delta)$	$V_{\text{tot,theo}}(\delta)$	$x_v(\text{cm})$	$x_R(\text{cm})$	$f'_{\text{tot,exp}}(\text{cm})$	$V_{\text{tot,exp}}(\delta)$	E_N
0	8	...	...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	...
1	8	...	...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	...
2	8	...	...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	...
3	8	...	...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	... \pm ...	...
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots

Réponse

solu

Attention

- 1) x_v doit correspondre à la visée du milieu des deux lentilles. On place un bout de papier placé *entre les deux lentilles* pour cela.
- 2) L'incertitude d'un inverse n'est pas la même incertitude...

- 2) Quelle régression linéaire doit-on effectuer ?

Réponse

solu

- 5 Réaliser ensuite une régression linéaire **à la calculatrice** de la vergence totale expérimentale en fonction de la vergence ajoutée pour chacune des lentilles. Relever les valeurs de a (coefficient directeur), b (ordonnée à l'origine) et r (coefficient de corrélation) données par la calculatrice.

Réponse

solu

- 6 Ces valeurs de a et b vous semblent-elles cohérentes ? Justifier.

Réponse

solu

- 7 Reprendre les deux dernières questions avec l'activité **Capytale**.

Réponse

Voir en ligne.