

Focométrie par pointés

Matériel

- Banc optique avec patins simples ou/et patins avec chariot transversal.
- Collimateur, lunette, viseur.
- Lentilles, supports de lentilles.

Détermination « rapide » de la distance focale d'une lentille (convergente ou divergente)

1. Identifier collimateur (pas d'oculaire, source de lumière), lunette ou lunette autocollimatrice et viseur.



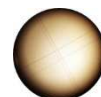
2. Réglage la lunette à l'infini en la tenant à la main :

- 2.1. Régler l'oculaire de façon à voir le réticule net (viser un fond clair).
- 2.2. Viser un objet lointain (bâtiment éloigné) et agir sur le tirage de façon à le distinguer nettement ; attention à ne pas modifier ce dernier réglage en manipulant la lunette.



3. Réglage de la lunette autocollimatrice à l'infini, placée sur le banc :

- 3.1. Régler l'oculaire de façon à voir le réticule net (viser un fond clair).
- 3.2. Mettre en service la source interne de lumière et basculer la lame semi-réfléchissante (le réticule éclairé est visible en regardant par l'objectif).
- 3.3. Accoler un miroir plan à l'objectif en le tenant à la main de façon à pouvoir agir sur son orientation et agir sur le tirage de façon à voir nets le réticule et son image.



4. Placer le collimateur à l'extrémité gauche du banc et mettre en service la source interne de lumière (le réticule éclairé est visible en regardant par l'objectif du collimateur).



5. Réglage du collimateur à l'infini :

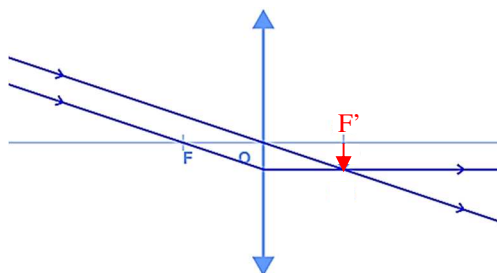
- 5.1. Accoler la lunette au collimateur.
- 5.2. Observer à la lunette et agir sur le *tirage du collimateur* de façon à visualiser son réticule net en même temps que celui de la lunette (*ne pas modifier le tirage de la lunette*).



Mesure

Le collimateur simulant un objet à l'infini, son image par une lentille L est située dans le plan focal image de L. La distance entre le centre de la lentille et l'image observée est donc la distance focale f' de la lentille.

Dans le cas d'une lentille convergente :



6. Accoler au collimateur une lentille de vergence $V = +10 \delta$ placée dans un support sur un patin et tracer au feutre effaçable une croix sur la lentille. Cette croix sert à repérer le centre O de la lentille (à quelques mm près).
7. A l'aide d'un écran vérifier que la lentille forme bien une image réelle du réticule du collimateur.
8. Régler l'oculaire du viseur de façon à voir net son réticule.

9. Accoler le viseur à la lentille puis le reculer de façon à observer la croix au feutre tracée sur la lentille, noter la position *du patin soutenant le viseur* :

$$x_O =$$

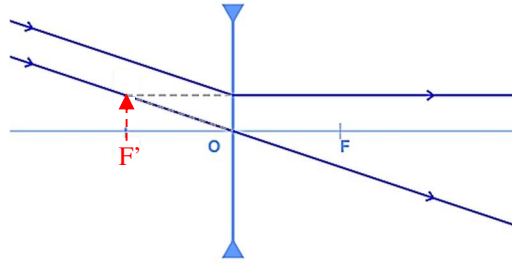


10. Reculer encore le viseur de façon à observer l'image du réticule (visualisée à l'étape 7), noter la nouvelle position *du patin soutenant le viseur* :

$$x_{A'} = x_{F'} =$$

11. La distance focale de la lentille L étudiée est donc : $f' = x_{F'} - x_O =$

Cette méthode fonctionne également avec une lentille divergente mais l'image est alors virtuelle, elle est donc située **avant** la lentille (il est possible de l'observer à l'œil nu mais pas sur un écran) : au lieu de reculer le viseur, il faudra donc **l'avancer** pour observer l'image située en F' .



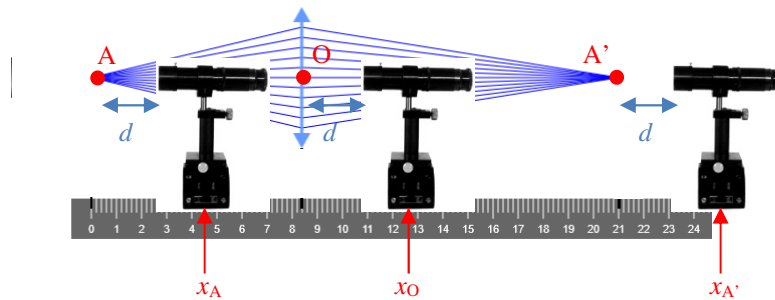
12. Construire une lentille divergente de vergence -8δ en accolant deux lentilles divergentes (théorème des vergences valable pour des lentilles accolées) et procéder comme précédemment (on obtient une distance focale négative).

Remarque importante : il se peut que la distance de visée du viseur soit trop courte pour que l'image en F' soit visible, on remédie à ce problème en utilisant la lunette à tirage variable réglée à distance finie et non à l'infini. Pour régler la lunette, à distance finie (40 cm par exemple, certaines lunettes ne pouvant pas viser plus près) viser un texte situé à une quarantaine de cm de la lunette.

Focométrie par pointés

Accoler une lentille L_0 de 3δ au collimateur. Observer l'image formée à l'aide d'un écran ou d'une feuille de papier. **Cette image va servir d'objet pour la lentille L étudiée.**

La lentille L_0 est une lentille annexe dont le seul rôle est de former cette image qui joue le rôle d'objet pour la lentille d'étude.



Mesures (valeurs en mètres) : choisir une lentille convergente de vergence proche de 5δ .

Remarques :

- ✓ Les visées semblent nettes pour des positions du viseur à l'intérieur d'une certaine plage appelée **latitude de mise au point**.
- ✓ La distance de visée d est inconnue et n'est pas nécessaire (elle disparaît lors des calculs de distance par soustraction).

1. Viser A et noter la position x_A du patin supportant le viseur : $x_A =$
2. Viser O et noter la position x_O du patin supportant le viseur : $x_O =$
3. Viser A' et noter la position $x_{A'}$ du patin supportant le viseur : $x_{A'} =$

Calculs

4. En déduire la mesure algébrique $\overline{OA} = x_A - x_O$: $\overline{OA} =$

5. En déduire la mesure algébrique $\overline{OA'} = x_{A'} - x_O$: $\overline{OA'} =$

6. Utiliser la relation de conjugaison de Descartes pour déterminer $V = -\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{\overline{OA'}}$: $V =$

7. En déduire f' : $f' =$

En pratique, compte tenu des incertitudes liées à la latitude de mise au point, une seule mesure ne suffit pas, il vaut mieux effectuer une série de mesures.

Cette méthode est applicable aux objets virtuels (lentille avant l'objet, c'est-à-dire O avant A) et aux images virtuelles (A proche de la lentille comme dans le cas de la loupe, c'est-à-dire $AO < f'$) et aux lentilles divergentes.

Comme précédemment, il peut être nécessaire d'utiliser la lunette réglée à distance finie comme viseur (il faut veiller à effectuer les trois pointés x_A , x_O et $x_{A'}$ avec le même instrument (viseur ou lunette)).

Réaliser un tableau de mesures (modèle ci-dessous) en effectuant au minimum une mesure dans chaque cas (objet réel / image réelle, objet réel / image virtuelle et objet virtuel / image réelle dans le cas d'une lentille convergente).

x_A (cm)	x_O (cm)	$x_{A'}$ (cm)	$\overline{OA} = x_A - x_O$ (m)	Nature de l'objet	$\overline{OA'} = x_{A'} - x_O$ (m)	Nature de l'image	$V = -\frac{1}{OA} + \frac{1}{OA'}$	f'

Attention : x_A est modifié si on change de viseur.

Exploiter les données de façon à obtenir la distance focale et son incertitude (moyenne et écart-type) : exemple de traitement python ci-dessous à compléter (cf. document « Evaluation des incertitudes »).

```

1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  import numpy.random as rd
4
5  # _____Mesures (tableaux numpy à remplir)_____
6
7  # Position du viseur (ou de la lunette) visant l'objet A en cm
8  xA = np.array([    ])
9
10 # Position du viseur visant le centre O de la lentille en cm
11 xO = np.array([    ])
12
13 # Position du viseur visant l'image A' de A par L en cm
14 xAp = np.array([    ])
15
16
17 # _____Distance focale et vergence_____
18
19 N = len(xO)
20
21 # Distance algébrique objet-lentille OA en m (tableau numpy)
22 OA =
23
24 # Distance algébrique lentille-image OA' en m (tableau numpy)
25 OAp =
26
27 # Distance focale image f' en m (tableau numpy)
28 fp =
29
30
31 # _____Traitement des mesures_____
32
33 # Moyenne des focales (np.mean(fp) ou np.average(fp))
34 fpm =
35
36 # Incertitude-type sur la distance focale (np.std(fp, ddof=1))
37 ufp =
38
39 # Moyenne des vergences
40 Vm =
41
42 # Incertitude-type sur la vergence
43 uV =
44
45
46 # _____Résultats_____
47
48 # Affichage de f' et u(f') avec 2 chiffres après la virgule
49 print("f' = ", fpm, " u(f') = ", ufp, " en m ")
50 print("V = ", Vm, " u(V) = ", uV, " en dioptries ")
51
52 # Visualisation des résultats pour les distances focales
53 plt.plot(fp, '+', color='r')
54 plt.plot((0,N-1), (fpm,fpm), color='blue') # Droite moyenne
55 plt.xlabel("N° observation")
56 plt.ylabel("f' (m)")
57 plt.show()

```