

Activité expérimentale: comment déterminer la distance focale d'une lentille convergente?**Objectifs:**

- Former une image avec une lentille convergente.
- Déterminer la distance focale d'une lentille par plusieurs méthodes.
- Prendre en compte les incertitudes de mesures lors de la détermination expérimentale d'une distance focale.

Matériel:

Lentilles convergentes, banc d'optique, source de lumière blanche, miroir plan, objet.

I. Estimation de la distance focale d'une lentille convergente de façon qualitative.**REALISER.**

Manipulation 1 : prendre une lentille convergente et tenter de faire l'image de la lampe du plafond sur la paillasse Mesurer la distance D lentille-paillasse: elle correspond à la distance focale image de la lentille.

Donner une valeur approximative de f' :

$$f' \approx \dots \dots \dots \text{ cm}$$

ANALYSER:

Expliquer à l'aide d'un schéma pourquoi cette manipulation permet d'estimer la distance focale image f' à l'aide d'une construction graphique. On considère que la lampe se comporte comme une source de lumière à l'infini ($D >> f'$).

III. Méthodes quantitatives pour une lentille convergente.

1. 1ère méthode quantitative: autocollimation.

REALISER.

Manipulation 2:

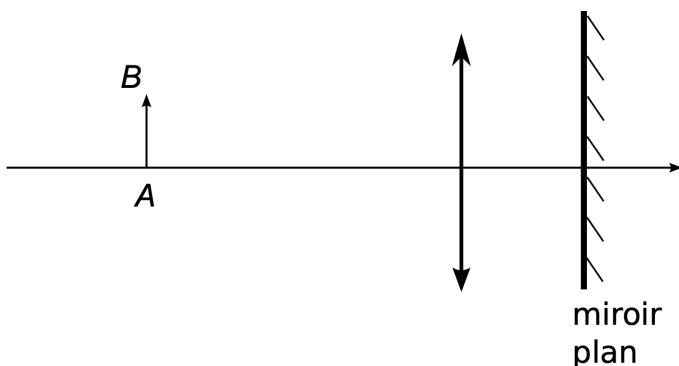
Placer la lampe-objet à l'extrémité du banc d'optique.

Placer la lentille convergente après la lampe puis un miroir plan derrière la lentille.

Déplacer l'ensemble lentille - miroir plan jusqu'à obtenir l'image dans le plan de l'objet, renversée et de même taille que l'objet.

On montre alors que l'objet est dans le plan focal objet de la lentille, : la distance objet-lentille est alors égale à la distance focale de la lentille. Le grandissement est alors de -1.

Document 2: schéma de la manipulation à compléter.



1) Noter la distance objet-lentille permettant d'obtenir une image nette de même taille et renversée :

Document 1: estimation des incertitudes:

Lorsqu'une seule mesure est effectuée à l'aide d'un instrument, on procède à une estimation de **type B** de l'incertitude-type. Elle se calcule en fonction de la précision de l'instrument :

$$u(f') = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} \text{ avec } \Delta \text{ la précision de l'instrument.}$$

-instrument gradué : $\Delta = 1/2$ graduation

-si on peut positionner un curseur à $\pm a$ autour d'une position centrale m , la précision est $\Delta=a$.

ANALYSER

2) Quelles sont les sources d'incertitudes de cette mesure?

VALIDER

3) Calculer $u(f')$.

4) Ecrire le résultat de la mesure:

$$f' = (\dots \pm \dots) \text{ cm}$$

Pour comparer le résultat x d'une mesure avec une valeur de référence (l'indication du fabricant ou une valeur tabulée par exemple) , on utilise le z-score:

$$z = \frac{|x - x_{ref}|}{u(x)}$$

Par convention, si $z < 2$, les deux mesures sont compatibles entre elles.

Si $z > 2$ alors les mesures ne sont pas compatibles entre elles, et il faut alors discuter des raisons de ce désaccord (erreur de mesure? de calcul? Mauvaise estimation des incertitudes?...).

5) Calculer le z-score et conclure.

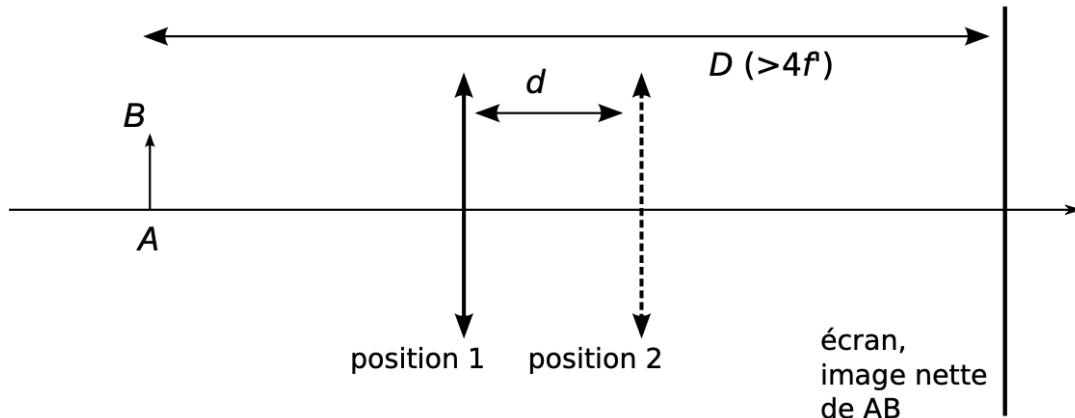
2. 2ème méthode quantitative : méthode de Bessel.

REALISER. <https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/optiqueGeo/focometrie/bessel.php>

Manipulation 3:

Pour une distance D (objet-écran) supérieure à $4f'$ fixée, il existe deux positions x_1 et x_2 de la lentille, distantes de d pour lesquelles l'image est nette, telles que D , d et f' vérifient la relation:

$$f' = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{d^2}{D^2} \right)$$



1) 1ère mesure: Placer l'écran, la lampe, l'objet, et la lentille, de sorte à avoir une image nette sur l'écran. Pour une position fixée de l'écran et de l'objet, déterminer les deux positions x_1 et x_2 de la lentille où l'image est nette.

$D= \dots ; x_1= \dots ; x_2= \dots ; d= \dots ;$

En déduire une première valeur de f' , notée f'_1 .

2) Estimation des incertitudes.

On va procéder à une évaluation statistique des incertitudes (type A).
 Recommencer la mesure pour différentes valeurs de D (au moins 5).
 Compléter le tableau puis le fichier Python mis à votre disposition.

N° mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_1										
x_2										
D										

Modifier le programme Python à votre disposition afin de calculer d, puis f'.

VALIDER.

3) A l'aide des résultats du programme Python, écrire le résultat de la première mesure avec son incertitude-type :

$$f'_1 = (\dots \pm \dots) \text{ cm}$$

4) Ecrire le résultat des mesures avec la valeur moyenne et son incertitude-type:

$$\bar{f}' = (\dots \pm \dots) \text{ cm}$$

5) Calculer le z-score et conclure.

ANNEXE: programme python.

```
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-

"""
TP3 lentilles
"""

import numpy as np # pour la manipulation des tableaux

#valeurs expérimentales
x1 = np.array([ ]) # COMPLETER avec vos valeurs de x1
x2 = np.array([ ]) # COMPLETER avec vos valeurs de x2
d= #COMPLETER avec l'expression de d en fonction de x1 et x2;
D = np.array([ ]) # COMPLETER lavec vos valeurs de D

#calcul de la distance focale : completer la formule permettant de calculer la distance focale
f=

print('les valeurs de distance focale sont', f) # Affiche les valeurs des distances focales
u_f = np.std(f, ddof = 1) #Le parametre ddof = 1 permet d'utiliser l'expression de l ecart-type experimental.
print("Incertitude-type sur une mesure de distance focale {:.2f} ".format(u_f)) # Affiche l incertitude-type.

f_moy = np.mean(f) # calcul de la valeur moyenne.
print("La valeur moyenne des distances focales vaut {:.2f} ".format(f_moy)) # Affiche la valeur moyenne des distances focales

u_moy = u_f / np.sqrt(<valeur>) # Remplacer <valeur> par le nombre d'observations effectuées.

print("Incertitude-type sur la valeur moyenne {:.2f} ".format(u_moy))
# Affiche l'incertitude-type sur la valeur moyenne
```