

Challenge “Augustin Fresnel”

Memorandum

PHYS2022 - Physique 3, 2025-2026

Encadrant : François BALTY - *fbalty@uliege.be*

1 Motivation

Dans le cadre de l’optique géométrique, la propagation de faisceaux lumineux peut être contrôlée à l’aide d’instruments d’optique. Parmi ceux-ci, on retrouve les lentilles minces, qui permettent de produire, via le phénomène de réfraction, des images d’objets lumineux ou éclairés (voir Figure 1). La caractéristique principale d’une lentille est sa distance focale f .

La *loi des lentilles minces* relie la distance séparant l’objet de la lentille, notée p , celle séparant l’image de la lentille, q , avec cette distance focale f comme suit :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad (1)$$



FIGURE 1 – Montage rudimentaire pour capter l’image d’un objet lumineux sur un écran

Le challenge Augustin Fresnel consiste à vérifier expérimentalement cette loi. Il s’agit, de manière plus concrète, d’étudier la production de l’image d’un objet lumineux par une loupe, pour différentes configurations. La loupe est ici détournée de son utilisation normale. En effet, dans les expériences à mener, le but est d’obtenir, d’un objet lumineux placé à une distance supérieure à la distance focale, une image réelle et inversée par rapport à l’objet, que l’on peut observer sur un écran.

2 Matériel

Pour effectuer les manipulations de ce projet, vous aurez besoin :

- de la loupe et de l’objet fournis (les détails pratiques pour les récupérer sont donnés dans une communication séparée),
- d’une lampe (par exemple celle d’un téléphone),
- d’un écran sur lequel projeter une image (une feuille de papier par exemple),

- d'une règle graduée, ou d'un autre étalon de distance,
- d'un instrument pour capturer l'image sur l'écran (p. ex. la caméra d'un smartphone),
- du logiciel gratuit de traitement d'image ImageJ¹.

3 Mode opératoire

L'opération qui consiste à produire l'image d'un objet lumineux sur un écran à l'aide de la lentille est à répéter plusieurs fois. Lors de chaque itération, des valeurs différentes pour les distances p et q sont à mesurer. Voici une liste non exhaustive d'actions suggérées pour atteindre les objectifs du challenge :

1. Placer l'objet lumineux face à la loupe, en maintenant entre les deux une distance supérieure à f (*comment pourriez vous estimer f ?*).
2. Déplacer l'écran de l'autre côté de la loupe, jusqu'à repérer la formation de l'image. Placer l'écran à la position où l'image apparaît la plus nette possible.
3. Disposer l'étalon de distance sur le même plan que celui de l'objet, de la loupe et de l'écran. S'éloigner de la scène et la photographier.
4. Répéter les 3 premières étapes pour différentes distances p et q .
5. Mesurer les distances p et q pour chaque situation à l'aide du logiciel ImageJ. Estimer les incertitudes de mesure.
6. Reporter les mesures et les incertitudes sur un graphe, faire une régression et obtenir f .

Attention : une exposition prolongée à de fortes intensités lumineuses peut endommager la rétine. Si tel est le cas en ce qui concerne votre installation, n'hésitez pas à filtrer la lumière émise par votre lampe à l'aide d'une feuille de papier.

4 Livrable

Le livrable attendu pour ce projet est un graphique de niveau scientifique (i.e. suivant les codes de publications scientifiques - voir note séparée). Dans ce graphique, vous devrez représenter l'inverse de la distance Objet-Lentille ($1/p$) en fonction de l'inverse de la distance Image-Lentille ($1/q$). Si l'on se réfère à la loi des lentilles minces, on s'attend à observer un comportement linéaire à pente négative, dont l'ordonnée à l'origine est donnée par l'inverse de la distance focale ($1/f$). Il vous est demandé de faire une régression linéaire sur les données de ce graphique afin de déduire la distance focale de la loupe.

Étant donné que l'évaluation du Challenge portera sur ce graphique, il vous est recommandé d'accorder une attention particulière sur sa lisibilité. Il doit comprendre un titre pertinent, des axes nommés et gradués, des barres d'incertitudes (pensez à la propagation des incertitudes lorsque vous dépouillez les mesures obtenues), la droite ajustée par régression linéaire (son équation doit également s'y retrouver, avec la valeur numérique obtenue pour son paramètre) ainsi qu'une légende appropriée. Un nombre minimal de 6 points expérimentaux est demandé. Un nombre supérieur de points permet d'améliorer la qualité de la régression.

Le graphique doit être remis exclusivement sous la forme d'un fichier au format pdf, en suivant le modèle fourni. Le délivrable comprendra également un fichier des données brutes sous format txt, en suivant le modèle fourni. Une partie de l'évaluation quantitative étant liée aux résultats contenus dans ce fichier, le respect du modèle est impératif. De manière *facultative*, vous pouvez également livrer, en supplément, une annexe (format pdf, limitée à une page A4) contenant d'autres détails que vous jugez utiles. Les fichiers doivent être rassemblés dans une archive zip à téléverser sur eCampus avant le **mercredi 10 décembre 2025 à 23h59**.

1. Les instructions de téléchargement sont accessibles via lien suivant : <https://imagej.net/downloads>. Une version en ligne peut également être téléchargée depuis <https://ij.imjoy.io/>.