

TD4

Conditions de Gauss, relation de conjugaison de Descartes, grandissement

Notions abordées

- ★ Grandissement transversal
- ★ approximation de Gauss
- ★ notion de foyers
- ★ construction de rayons lumineux
- ★ formule de conjugaison de Descartes

Compétences

Après ce cours vous serez capables de

- ↪ démontrer et appliquer la relation de conjugaison de Descartes ainsi que le facteur du grandissement transversal

Dans la préparation des TP nous avons anticipé l'**approximation de Gauss** qui nous permet d'utiliser des formules simples pour la relation entre les distances objet et image et le grandissement transversal. Elle est valable quand les **conditions de Gauss** sont respectées :

- l'angle entre le rayon incident et l'axe optique de l'élément est petit par rapport à 90° ;
- la distance du point d'incidence est petite (par rapport aux rayons de courbure des éléments optiques considérés).

Dans ce cas, nous pouvons représenter les propriétés optiques du système par des tracés de rayon en utilisant les *rayons principaux* qui ont des comportements de propagation particulièrement simples.

Pour le présent problème nous partons sur une lentille plan-convexe réelle et nous étudions le comportement des rayons arrivant parallèle à l'axe optique. Nous appliquerons la loi de la réflexion et nous prouverons que les points d'intersection des rayons réfractés convergent vers un point dans les conditions de Gauss.¹

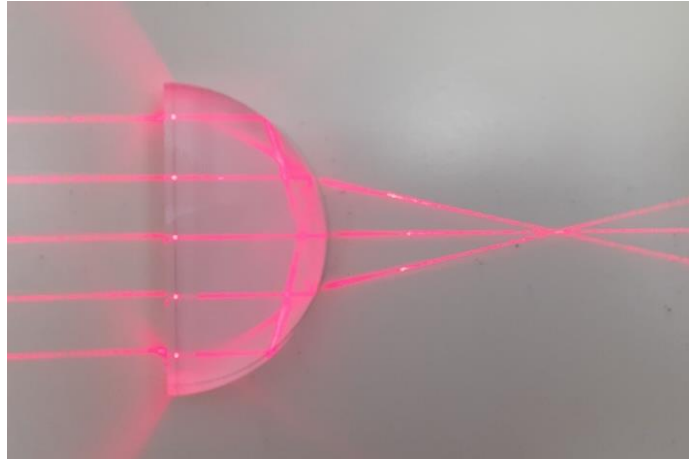
1 Lentille plan-convexe et conditions de Gauss

Sur la photographie d'une lentille plan-convexe ci-dessous, identifiez l'axe optique du système. On nomme d la distance entre l'axe optique et un rayon incident parallèle à l'axe.

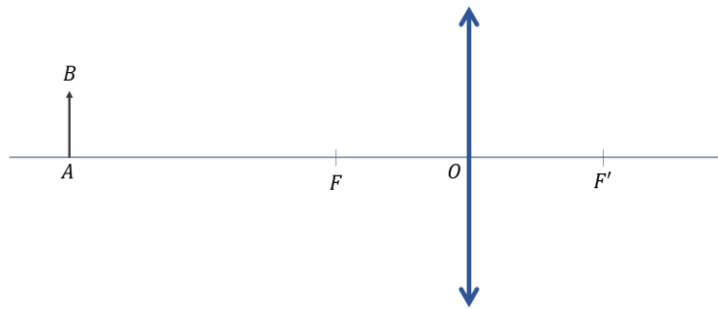
Calculez la distance z entre le sommet O de la lentille et le point F' de l'intersection entre le rayon réfracté et l'axe optique. Vers quelle valeur est-ce que cette distance converge quand $d \ll R$? Pour

¹ Pour les autres rayons principaux des calculs équivalents peuvent être effectués. On peut également prouver que dans les conditions de Gauss, tout rayon émis par un point objet converge vers le point image obtenu par une construction par rayons principaux.

l'application numérique, on prendra $n_L = 1,5$ pour l'indice optique de la lentille et $R = 45$ mm comme rayon de courbure de la face convexe de la lentille.²



2 Lentille mince convergente : grandissement transversal et relation de conjugaison de Descartes



Nous considérons une lentille mince convergente au sommet O sur l'axe optique. La lentille fait l'image d'un objet de taille $\overline{AB}$ perpendiculaire à l'axe positionné à une distance $\overline{OA}$ de la lentille.

- (1) Déterminez graphiquement la position de l'image $\overline{A'B'}$ par une construction de rayon lumineux en vous appuyant sur les rayons principaux.
- (2) Démontrez que $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ ce qui est équivalent à dire : le **grandissement transversal** correspond au quotient des distances image et objet par rapport à la lentille.
- (3) Démontrez que $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF}}$ ce qui est équivalent à dire : $1/\text{distance image} - 1/\text{distance objet} = 1/\text{distance focale}$. Il s'agit de la **relation de conjugaison de Descartes**.

² Formule utile (loi des cosinus) : $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$.

