

## TD2 : Formation des images

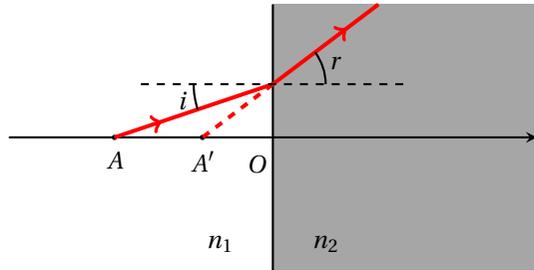
### ★ Exercice 1 : Image par un dioptre plan

Un dioptre plan sépare deux milieux d'indices  $n_1$  et  $n_2 < n_1$ . Un point source  $A$  se trouve dans le milieu d'indice  $n_1$ .

1. Construire la marche d'un rayon issu du point  $A$  et qui se réfracte sur le dioptre avec un angle d'incidence : (1) nul, (2) égal à  $i_{tot}$ , (3) quelconque.

Le dioptre plan est-il rigoureusement stigmatique ?

On considère désormais le dioptre plan éclairé dans les conditions de Gauss (on admet qu'on peut effectuer les approximations suivantes :  $\tan \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$  pour de faibles angles) et l'on note  $A'$  l'image de  $A$  par le dioptre (voir figure ci-dessous).

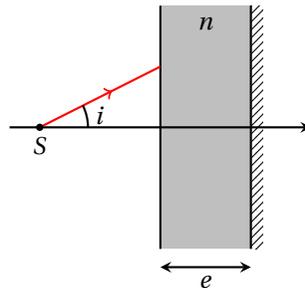


2. Établir une relation entre  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OA'}$ ,  $i$  et  $r$ .
3. Établir la relation de conjugaison du dioptre plan :

$$\frac{\overline{OA'}}{n_2} = \frac{\overline{OA}}{n_1}$$

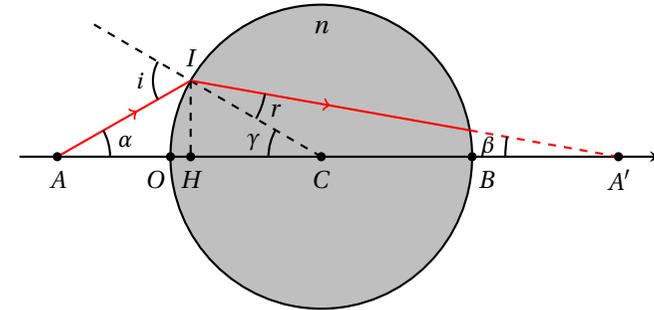
### ★★ Exercice 2 : Réflexion sur une lame de verre

Un miroir plan est constitué d'une face plane argentée qui réfléchit parfaitement la lumière et d'une couche de verre d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n$ . Une source monochromatique ponctuelle placée en  $S$  éclaire ce système.



1. Tracer la marche d'un rayon qui se réfléchit sur la face extérieure de la lame de verre et construire l'image  $S'$  de  $S$  par cette réflexion.  $S'$  est-elle une image réelle ou virtuelle ?
2. Tracer la marche d'un rayon qui se réfracte dans la lame puis ressort après une seule réflexion sur la paroi argentée. Construire l'image  $S''$  de  $S$  par le système {dioptre + miroir + dioptre}.
3. On se place dans les conditions de Gauss. Déterminer la distance  $\overline{S'S''}$  en fonction de  $e$  et  $n$ .

### ★★ Exercice 3 : Dioptre sphérique



Un dioptre sphérique de centre  $C$  et de rayon  $R$  sépare l'air d'un MHTI d'indice de réfraction  $n$ . On cherche à déterminer la relation de conjugaison du dioptre sphérique dans les conditions de Gauss. Tous les angles sont supposés très faibles et on suppose le point d'incidence  $I$  suffisamment proche de l'axe pour pouvoir assimiler le point  $H$  (projeté orthogonal de  $I$  sur l'axe optique) au point  $O$  (on a donc  $CH \approx R$ ).

1. Exprimer  $\gamma$  en fonction de  $\alpha$ ,  $\overline{OA}$  et  $R$ .
2. Déterminer une relation entre  $i$ ,  $\alpha$  et  $\gamma$ .
3. Déterminer une relation entre  $r$ ,  $\gamma$  et  $\beta$  puis exprimer  $\beta$  en fonction de  $\alpha$ ,  $\overline{OA}$ ,  $R$  et  $n$ .
4. Montrer que la relation de conjugaison du dioptre sphérique s'écrit sous la forme :

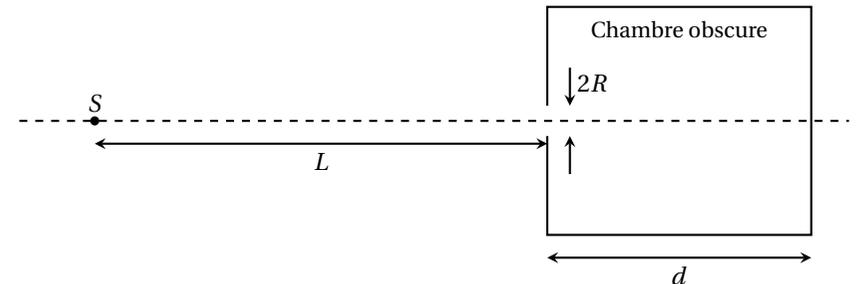
$$\frac{n}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{n-1}{R}$$

5. Quelle doit être la valeur de  $n$  pour qu'un objet ponctuel situé à l'infini sur l'axe optique forme par le dioptre sphérique une image au point  $B$  ?

### ★★ Exercice 4 : Taille d'un miroir plan

Quelle doit être la taille minimale d'un miroir plan pour pouvoir se voir entièrement dedans ?

### ★★★ Exercice 5 : Sténopé



## TD2 : Formation des images

L'appareil photographique à sténopé est un appareil sans viseur ni objectif : il est constitué par une boîte opaque (chambre obscure) dont l'une des faces est percée d'un minuscule trou, de rayon  $R$ , laissant entrer la lumière et permettant de former l'image renversée de l'extérieur sur la face opposée, située à la distance  $d = 20\text{cm}$  de la face trouée. Cette image peut servir à impressionner un support photosensible comme une plaque photographique, mais de nos jours, certains artistes utilisent ce procédé avec des boîtiers numériques.



On veut faire l'image d'une source ponctuelle située à une distance  $L = 10\text{m}$  sur l'axe du trou avec une résolution angulaire optimale. Quel est le rayon du trou ? Quelle est la valeur de la résolution angulaire ? (On considère une onde lumineuse correspondant au maximum de sensibilité de l'oeil :  $\lambda = 550\text{nm}$ ).

*Indication* : la diffraction d'une onde lumineuse à travers le trou de rayon  $R$  produit sur l'écran une tâche centrale de rayon  $r = 1,22 \frac{\lambda d}{R}$ .

### Solutions :

Ex1 : 1. Non    2.  $\overline{OA} \times i = \overline{OA'} \times r$

Ex2 : 3.  $\overline{S'S''} = \frac{2e}{n}$

Ex3 : 1.  $\gamma = -\frac{\alpha}{R} \overline{OA}$     2.  $i = \alpha + \gamma$     3.  $\gamma = \beta + r$ ,  $\beta = -\frac{\alpha}{n} \left( 1 + \frac{(n-1)\overline{OA}}{R} \right)$