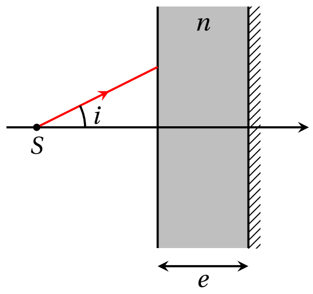
TD2 : Formation des images

⋆⋆ Exercice 1 : Réflexion sur une lame de verre



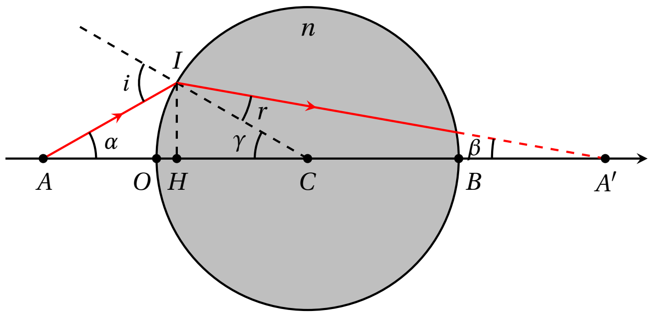
Un miroir plan est constitué d'une face plane argentée qui réfléchit parfaitement la lumière et d'une couche de verre d'épaisseur e et d'indice n. Une source monochromatique ponctuelle placée en S éclaire ce système.

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 2 : 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 γ en fonction de α, $\overline{OA}$ et R.

2. Déterminer une relation entre i, α et γ.

3. Déterminer une relation entre r, γ et β puis exprimer β en fonction de α, $\overline{OA}$, R et n.

4. Montrer que la relation de conjugaison du dioptre sphérique s'écrit sous la forme :

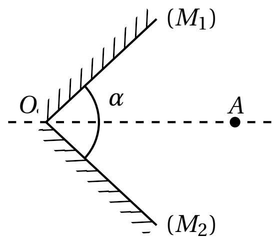
$$\frac{n}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{n-1}{R}$$

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 3 : Taille d'un miroir plan

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

⋆⋆ Exercice 4 : Association de deux miroirs quasi-orthogonaux



Deux miroirs plans (M_1) et (M_2) sont associés pour former un angle presque droit : $\alpha = \frac{\pi}{2} - \varepsilon$ avec $0 < \varepsilon \ll \pi/2$. Le système est éclairé par une source ponctuelle située en A sur la bissectrice des miroirs. On note respectivement A'_1, A'_2, A''_{12} et A''_{21} les images successives telles que :

$$A \overset{(M_1)}{\longleftrightarrow} A'_1 \overset{(M_2)}{\longleftrightarrow} A''_{12} \qquad \text{et} \qquad A \overset{(M_2)}{\longleftrightarrow} A'_2 \overset{(M_1)}{\longleftrightarrow} A''_{21}$$

1. Rappeler sans démonstration où se situe A'_1 par rapport à A. Montrer que la position de A'_1 peut être obtenue de manière équivalente à partir de A par une rotation de centre O et d'angle β_1 à déterminer en fonction de α.

2. Déterminer par un raisonnement analogue l'angle de rotation β_{12} pour passer de A à son image A''_{12}. En déduire l'écart angulaire, mesuré à partir de O, entre les images A''_{12} et A''_{21}, en fonction de ε.

Solutions :

Ex1 : 3. $\overline{S'S"} = \dfrac{2e}{n}$

Ex2 : 1. $\gamma = -\dfrac{\alpha}{R}\overline{OA}$ 2. $i = \alpha + \gamma$ 3. $\gamma = \beta + r$, $\beta = -\dfrac{\alpha}{n}\left(1 + \dfrac{(n-1)\,\overline{OA}}{R}\right)$

Ex4 : 1. $\beta = \alpha$ 2. $\beta_{12} = 2\alpha$ $\widehat{A''_{12}OA''_{21}} = 4\varepsilon$.