

Exercice 1 : Mesure de l'indice de l'eau

On utilise la loi de Snell-Descartes sur le dioptre air-eau : $\sin(i_0) = n \sin(i_1)$; au niveau de la réflexion totale sur le miroir on écrit : $\sin(i_1) = \frac{a/2}{\sqrt{a^2/4+h^2}} = \frac{a}{\sqrt{a^2+4h^2}}$.

Exercice 2 : Éclairage d'un bassin †

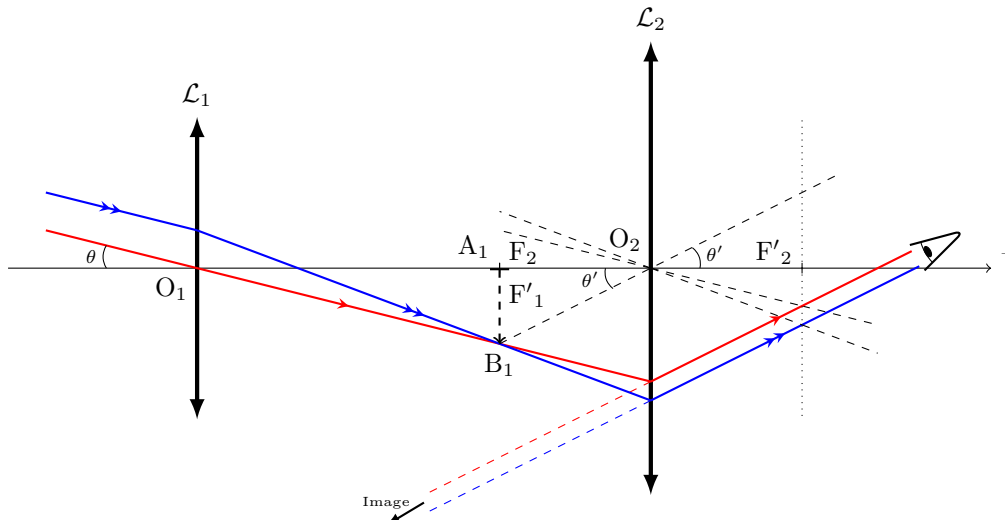
On considère le rayon vertical qui part de la source, et celui incliné qui est incident à la surface de l'eau avec un angle $i_{max} = \arcsin(\frac{1}{n})$, angle maximal où il existe un rayon réfracté dans l'air (angle de réflexion totale) ; le rayon R du disque vérifie $\tan(i_{max}) = \frac{R}{h}$ ou encore $\sin(i_{max}) = \frac{R}{\sqrt{R^2+h^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{h^2}{R^2}}} = \frac{1}{n}$ d'où R

Exercice 3 : Autocollimation

voir TP

Exercice 4 : Lunette astronomique, lunette de Galilée †

- On fabrique une lunette astronomique avec deux lentilles (L_1) et (L_2) de focales $f'_1 = 0,6$ m et $f'_2 = 2$ cm, de telle sorte que le plan focal image de (L_1) est confondu avec le plan focal objet de (L_2).



(a)

$$\tan(\theta') = \frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{F_2 O_2}} = -\frac{\overline{A_1 B_1}}{f'_2} \approx \theta'; \quad \tan(\theta) = -\frac{\overline{A_1 B_1}}{\overline{F'_1 O_1}} = \frac{\overline{A_1 B_1}}{f'_1} \approx \theta$$

soit $G = -\frac{f'_1}{f'_2} = -30$ (le "-" indique que l'image est renversée).

(b) $\theta'_{min} = \frac{\pi}{60 \times 180} = 2,9 \cdot 10^{-4}$ rad, soit $\theta_{min} = 9,7 \cdot 10^{-6}$ rad ; d'où $d_{min} = d_{TL} \cdot \theta_{min} = 2,9 \cdot 10^5 \cdot \theta_{min} = 2,7$ km.

- On considère maintenant une lunette de Galilée constituée de deux lentilles (L_1) et (L_2) de dioptries 5δ et -20δ . Ces deux lentilles étant par ailleurs écartées d'une distance d (définition identique à la lunette astronomique).

(a) $d = \overline{O_1 O_2} = \overline{O_1 F'_1} + \overline{F_2 O_2} = f'_1 + f'_2 = \frac{1}{5} - \frac{1}{20} = \frac{3}{20}$ m

(b) Idem ci-dessus, attention aux déviations ; $G = -\frac{20}{5} = 4$

La lunette astro crée une image renversée alors que pour la lunette de Galilée l'image est droite, cela sera préférable pour des observations terrestres ; en revanche, difficile d'obtenir de forts grossissements avec la lunette de Galilée (lentille divergente), donc la lunette astro est préférable pour les observations en astronomie.

Exercice 5 : Accord de phase sur un dioptre

- Avec H : $(SB) - (SA) = n_1 \ell \sin(\theta_1)$; de même de l'autre côté, $(SB) - (SA) = n_2 \ell \sin(\theta_2)$. En égalisant les deux expressions, on trouve les lois de la réfraction.

2. On prend un repère Axy tel que Ax est dirigé vers la droite, et Ay vers le haut. Les ondes (incidente et réfractée) sont planes de vecteur d'ondes respectifs $\vec{k}_i = \frac{2\pi n_i}{\lambda_0} (\sin(\theta_i)\vec{u}_x - \cos(\theta_i)\vec{u}_y)$.

Leur retard de phase en un point M du dioptré de coordonnées $(x, 0, z)$ s'écrivent, en prenant le point A pour référence :

$$\varphi_1(M) = \varphi_1(A) + \vec{k}_1 \cdot \overrightarrow{AM} = \varphi_1(A) + \frac{2\pi n_1}{\lambda_0} \sin(\theta_1)x$$

et

$$\varphi_2(M) = \varphi_2(A) + \vec{k}_2 \cdot \overrightarrow{AM} = \varphi_2(A) + \frac{2\pi n_2}{\lambda_0} \sin(\theta_2)x$$

Par hypothèse, $\varphi_1(A) = \varphi_2(A)$; la loi de Snell-Descartes sur la réfraction permet de conclure $\varphi_1(M) = \varphi_2(M)$