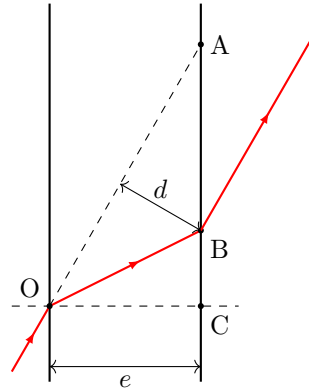


DM n° 3

Pour le lundi 30 septembre 2024
MPSI2 – 2024/2025

Exercice 1 : Vision à travers une vitre

On considère la réfraction à travers une vitre en verre d'indice $n = 1,52$.



- Définir les angles d'incidence et de réfraction permettant l'application des lois de Descartes. Appliquer les lois de Descartes aux deux interfaces et en déduire l'angle de sortie en fonction de l'angle d'entrée.
- Peut-il y avoir réflexion totale à une des interfaces ?
- Un peu de trigonométrie... On cherche à obtenir la déviation du rayon d en fonction de l'angle d'arrivée i et l'épaisseur de la vitre e .
 - Exprimer les distances AB, BC et AC en fonction de d , e et des angles d'incidence i et de réfraction r .
 - En déduire que :

$$d = e \cos(i) [\tan i - \tan r]$$

- Démontrer alors que :

$$d = e \cos(i) \left[\tan i - \frac{\sin i}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} \right]$$

Exercice 2 : Rappels de cours

- À l'aide de la formule de conjugaison, exprimer $\overline{OA'}$ en fonction de f' et $\overline{OA}$.
- On définit :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

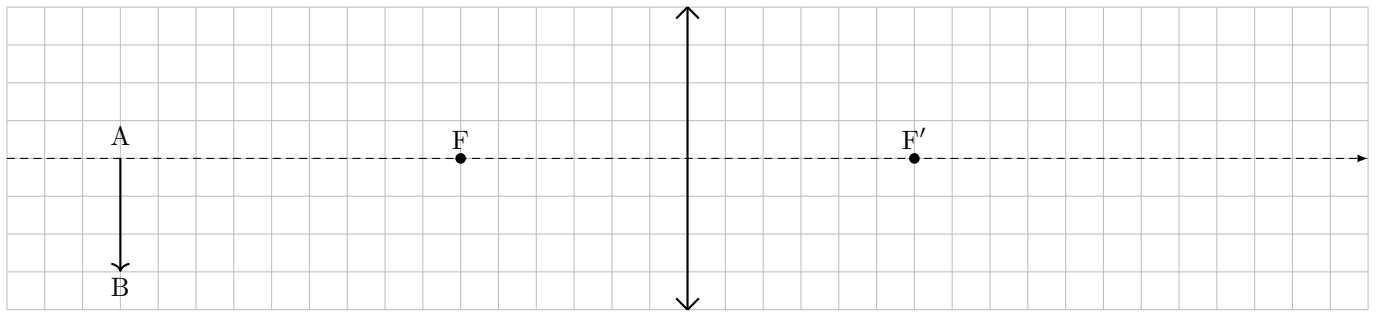
Montrer que :

$$\gamma = \frac{f'}{\overline{OA} + f'}$$

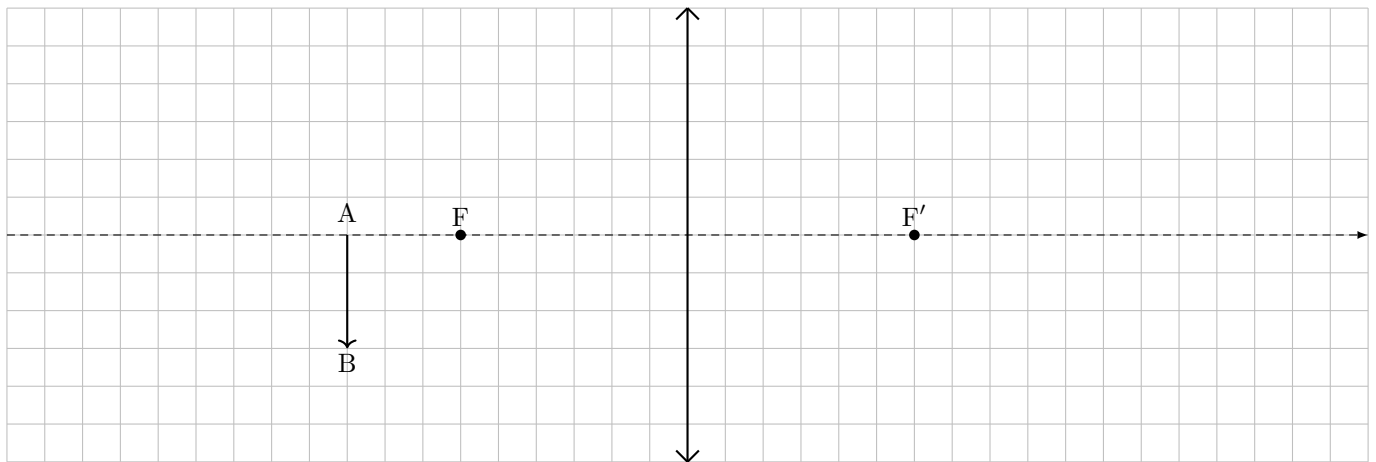
Exercice 3 : Lentilles convergentes

Construisez les images correspondants aux objets. Précisez si les objets et image sont réels ou virtuels. Retrouver la position des images par l'application de la formule de conjugaison. Calculer le grandissement et en déduire la taille des images quand c'est possible. On prendra un carreau comme unité pour les calculs.

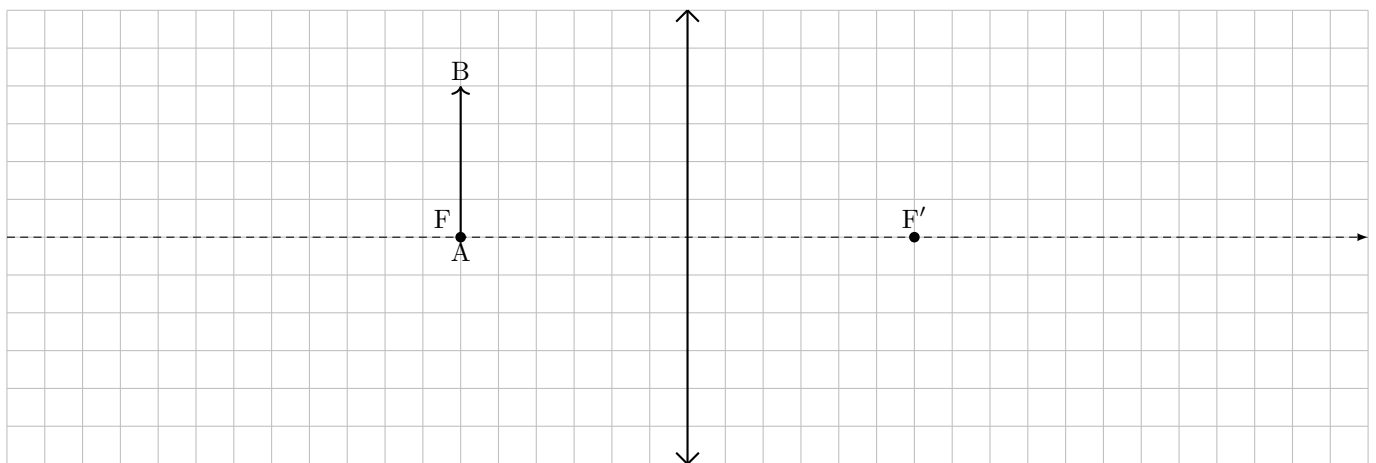
-



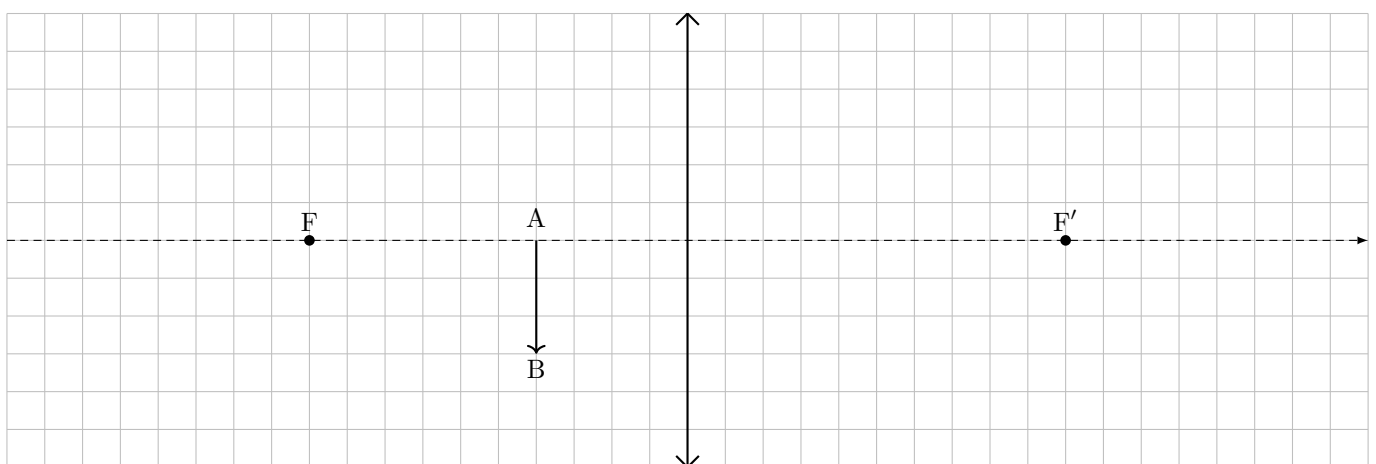
2.



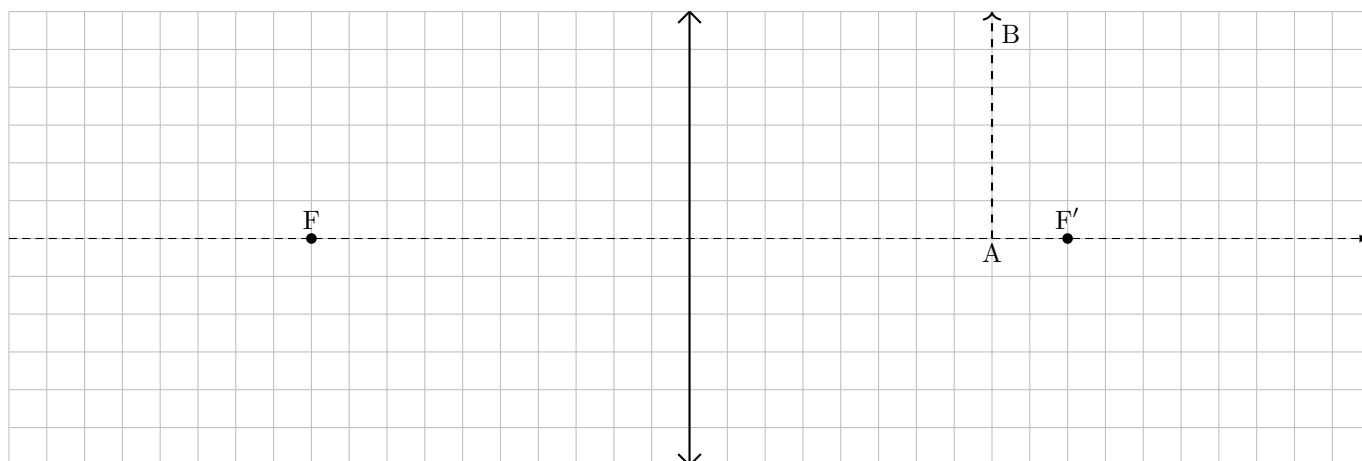
3.



4.

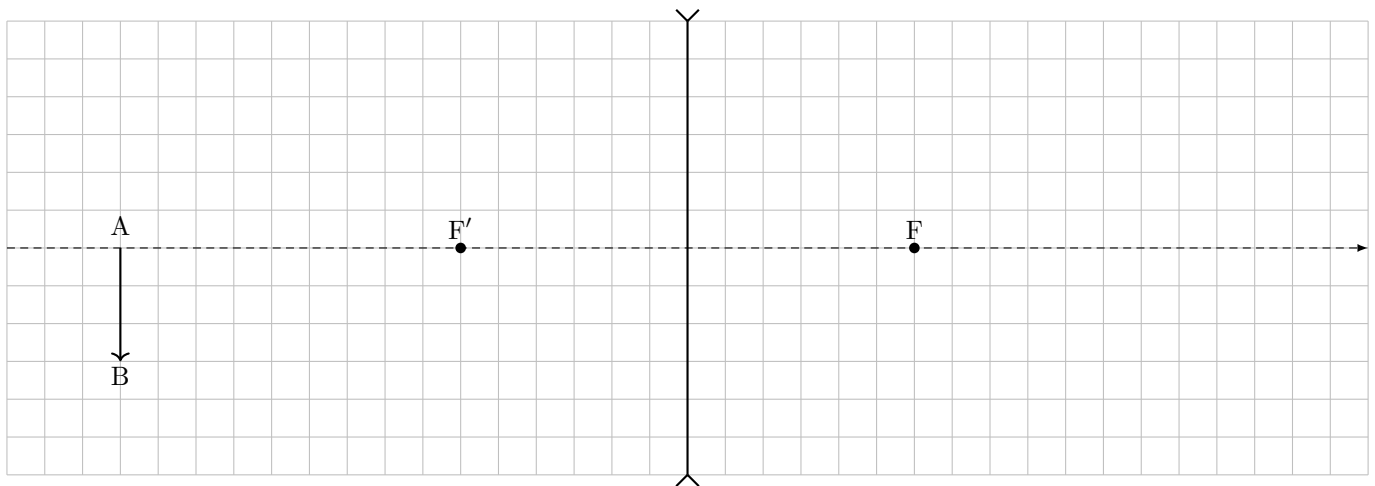


5.

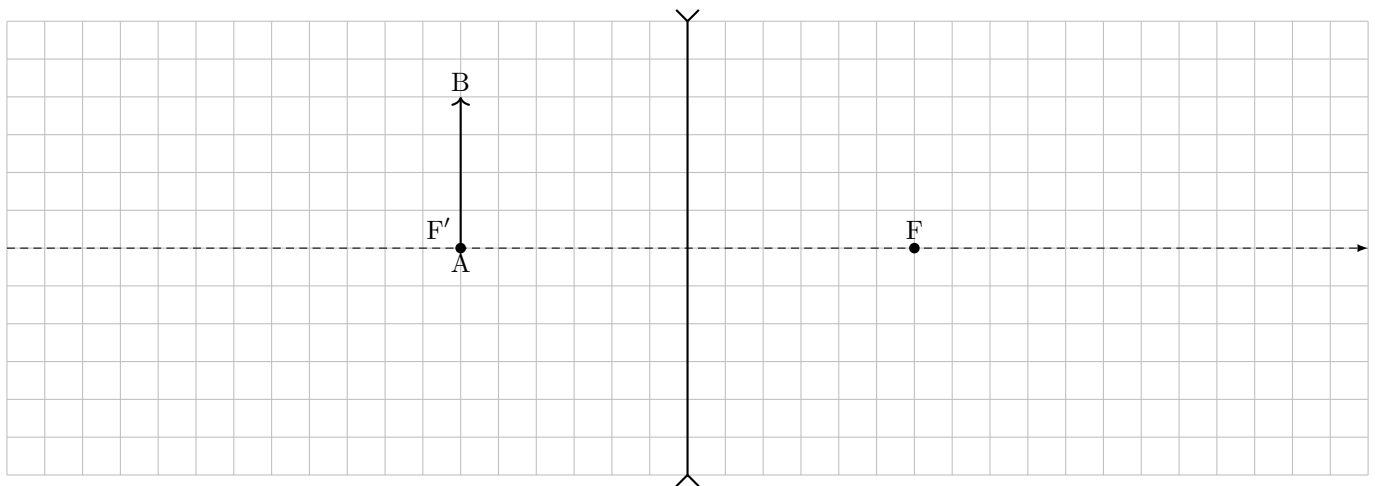


Exercice 4 : Lentilles divergentes

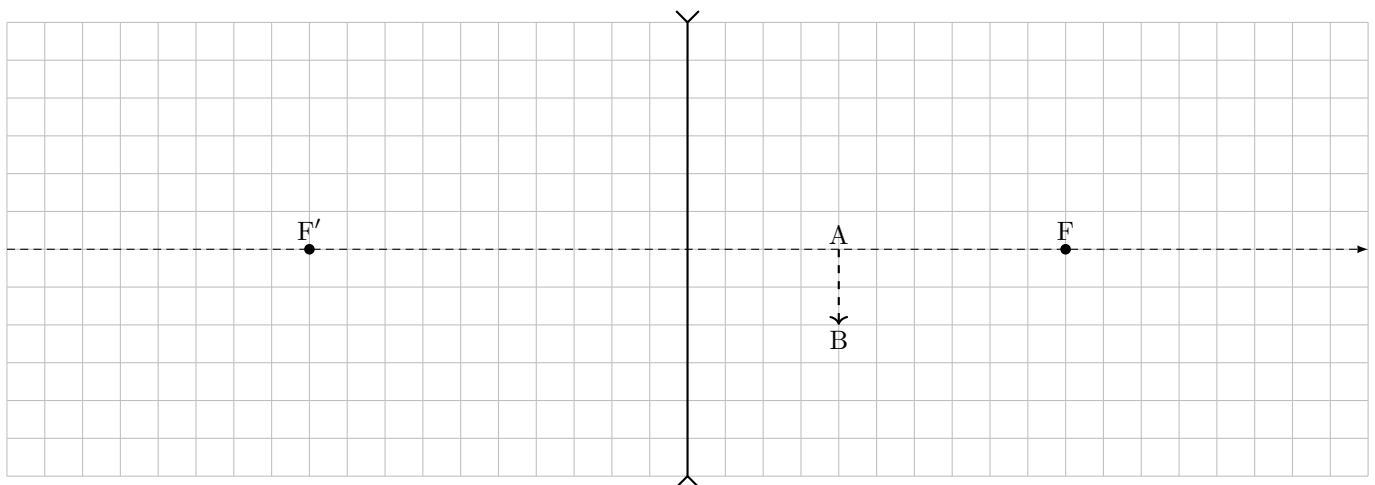
1.



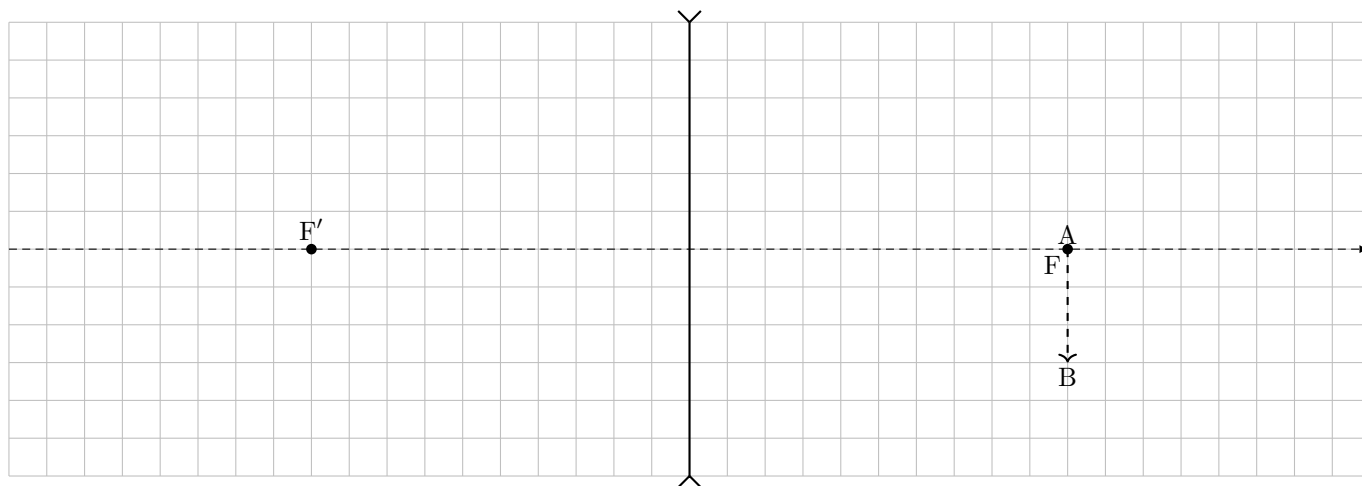
2.



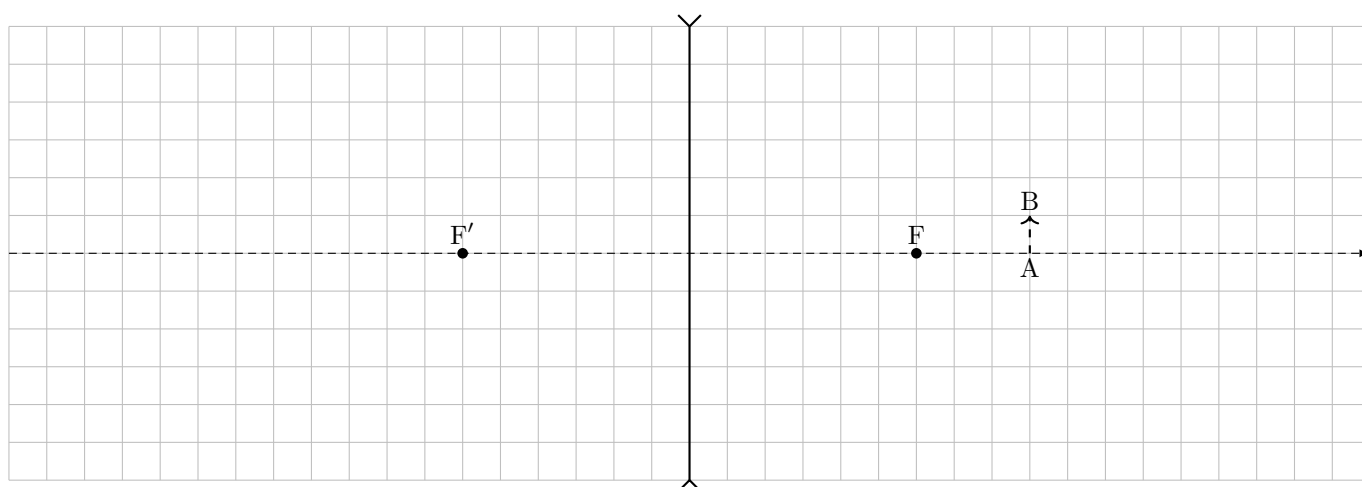
3.



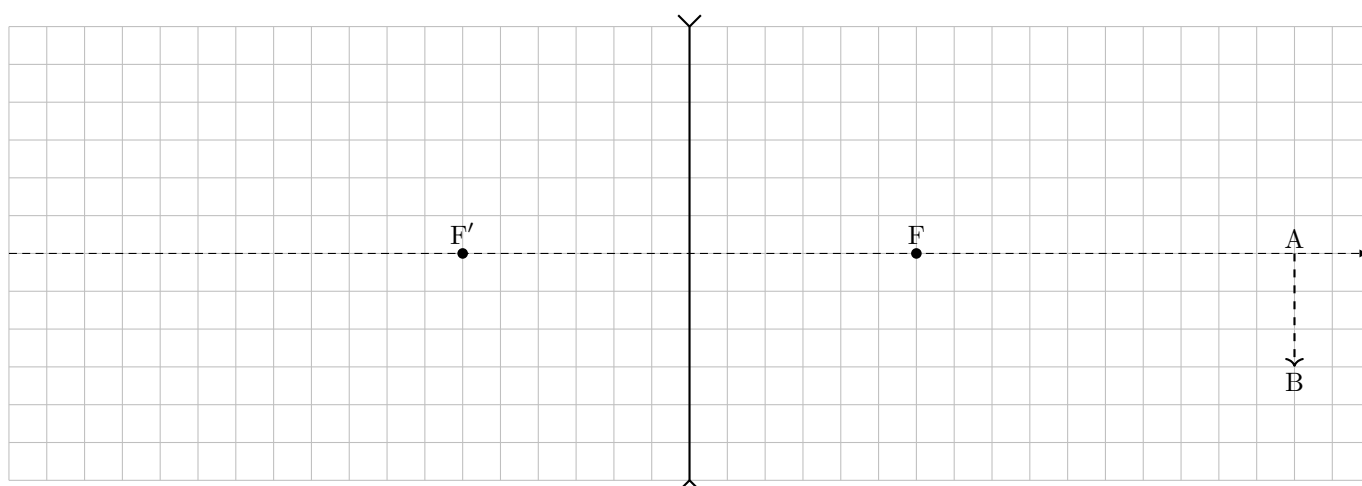
4.



5.



6.



Exercice 5 : Théorie géométrique de l'arc en ciel

Lorsque le soleil éclaire les gouttes d'eau, on peut observer dans certaines conditions un arc-en-ciel.

On considère une goutte d'eau sphérique, de diamètre D et d'indice de réfraction n . Les trajets des rayons lumineux sont représentés sur la figure 1.

Soit un rayon lumineux incident, arrivant avec un angle d'incidence i (qui n'est pas nécessairement petit) sur la goutte. On note r l'angle de réfraction associé à l'angle d'incidence i .

L'indice de l'air vaut $n_{\text{air}} = 1$.

On considère un rayon sortant de la goutte d'eau après une seule réflexion à l'intérieur de la goutte et deux réfractions à l'entrée et à la sortie de la goutte (figure 1) : ce rayon est à l'origine de l'arc-en-ciel principal.

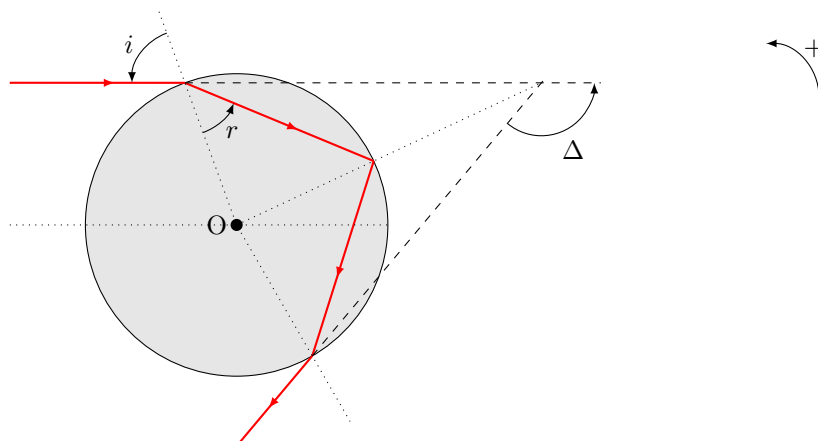


FIGURE 1 – Cas d'une réflexion et de deux réfractions.

1. Rappeler les lois de Descartes de la réfraction et donner la relation entre l'angle d'incidence i et l'angle de réfraction r .
2. La déviation est l'angle dont il faut tourner le rayon incident pour l'amener sur le rayon émergent ; afin d'avoir une valeur positive, on considère ici son opposé, l'angle orienté Δ (figure 1). Montrer que : $\Delta = \pi - 4r + 2i$. Exprimer l'angle Δ en fonction de n et de $x = \sin(i)$.
3. Montrer que $\Delta(x)$ passe par un extremum lorsque x a pour valeur :

$$x_m = \sin(i_m) = \sqrt{\frac{4 - n^2}{3}}$$

Donnée : $\frac{d}{du} \arcsin(u) = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2}}$

4. Justifier à l'aide de la figure 2 que l'on observe une accumulation de lumière dans la direction $\Delta_m = \Delta(x_m)$.

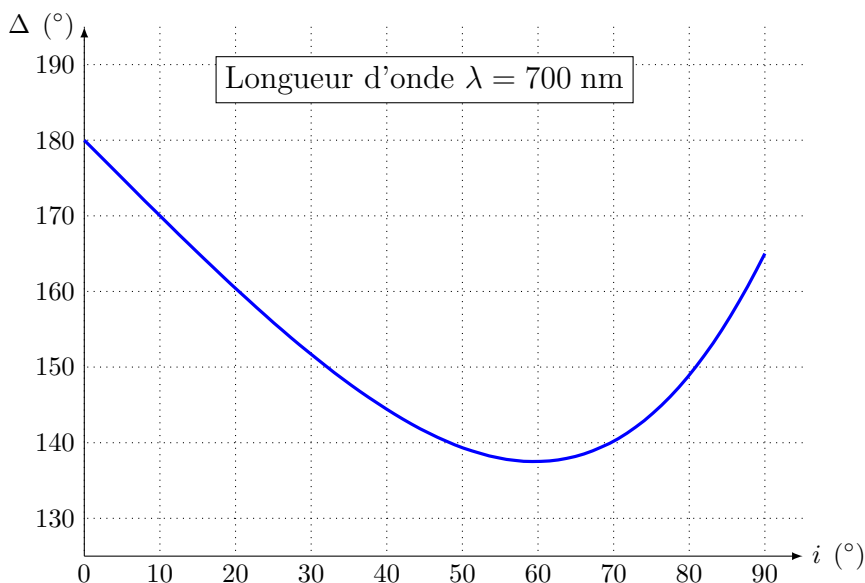


FIGURE 2 – Déviation en fonction de l'angle d'incidence.

5. Calculer x_m et Δ_m (en degrés) dans le cas de l'eau, pour le violet ($\lambda = 400$ nm, $n = 1,343$) et le rouge ($\lambda = 700$ nm, $n = 1,330$).
6. Sur un schéma faisant apparaître les rayons incidents, parallèles, le rideau de pluie et l'œil de l'observateur, tracer les rayons émergents rouge et bleu dans la direction Δ_m . L'observateur observe-t-il le rouge à l'intérieur ou à l'extérieur de l'arc ?