

# DM n° 2 de Physique - Réflexion et réfraction

## Étude de l'arc-en-ciel

Lorsque le soleil illumine un rideau de pluie, on peut considérer que chaque goutte d'eau se comporte comme une sphère réceptionnant un faisceau de rayons parallèles entre eux. L'observation est faite par un œil capable de visualiser un faisceau de lumière parallèle issu de l'ensemble des gouttes d'eau.

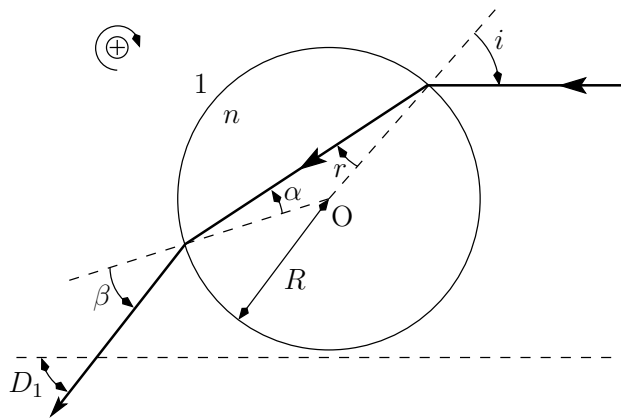
Une goutte d'eau quelconque, représentée par une sphère de centre  $O$  et de rayon  $R$ , est atteinte par la lumière solaire sous des incidences  $i$  variables, comprises entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$ . Son indice est noté  $n$  et celui de l'air est pris égal à l'unité.

### A Loi de Descartes

1. Rappeler la loi de Snell-Descartes pour la réfraction à la surface de la goutte. Faire un schéma en notant  $i$  l'angle d'incidence et  $r$  l'angle de réfraction.
2. En déduire une relation entre la dérivée  $\frac{dr}{di}$ ,  $n$  et  $\sin i$  exclusivement.

### B Lumière réfractée uniquement

La lumière issue du Soleil est déviée par les gouttes d'eau sur un large intervalle angulaire. On note l'angle de déviation  $D$  de la lumière à travers une goutte d'eau, mesuré entre le rayon émergent et le rayon incident comme indiqué sur le schéma ci-dessous. Cet angle de déviation  $D$  est une fonction de l'angle d'incidence  $i$ .

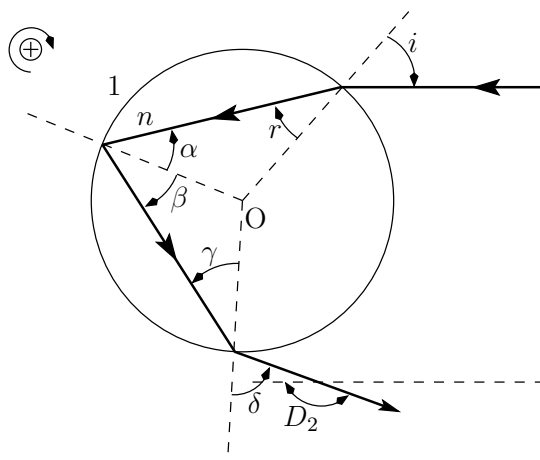


Lorsque l'intensité lumineuse se concentre sur une valeur angulaire spécifique, on admet que cette valeur doit correspondre mathématiquement à une dérivée  $\frac{dD}{di}$  nulle. On considère dans cette partie le cas de la lumière directement transmise.

3. Exprimer les angles  $\alpha$  et  $\beta$ , en fonction de l'angle d'incidence  $i$  et de l'angle de réfraction  $r$ .
4. En déduire l'expression de l'angle de déviation  $D_1$  en fonction de  $i$  et de  $r$  seulement.
5. Exprimer la condition de concentration de l'intensité lumineuse, par une relation entre  $\sin i$  et l'indice  $n$  de l'eau. Commenter la faisabilité de cette concentration.

### C Lumière réfléchie une fois

On considère désormais la lumière transmise après une réflexion à l'intérieur de la goutte, en notant les angles comme sur le schéma ci-dessous.



6. Exprimer les angles  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  en fonction de l'angle d'incidence  $i$  et de l'angle de réfraction  $r$ .
7. En déduire l'angle de déviation  $D_2$  en fonction de  $i$  et de  $r$  seulement.
8. Exprimer la condition de concentration de l'intensité lumineuse, par une relation entre  $\sin i$  et l'indice  $n$  de l'eau. Commenter la faisabilité de cette concentration.
9. L'indice  $n$  dépend de la longueur d'onde et les différentes longueurs d'onde sont différemment déviées. Pour le rouge et le violet, calculer en degrés les angles d'incidence  $i$ , de réfraction  $r$  et de déviation  $D_2$  des rayons appartenant au faisceau concentré, sachant que  $n(\text{rouge}) = 1,3297$  et  $n(\text{violet}) = 1,3428$ .
10. Le soleil étant supposé très bas sur l'horizon, normal au dos d'un observateur, celui-ci ne pourra observer la lumière transmise que si la goutte d'eau se trouve sur un cône d'axe confondu avec la direction solaire et de demi-angle au sommet  $\theta_2 = \pi - D_2$ . Calculer  $\theta_2$  pour les radiations rouge et violette. Dessiner la figure qui apparaît devant l'observateur en notant la position respective du rouge et du violet.