

Travaux dirigés d'optique géométrique [SMIA]. Section A
Série 1 : Bases de l'optique géométrique. Systèmes optiques à faces planes.

Exercice 1: Aspect ondulatoire de la lumière

Une radiation émise par une lampe à vapeur de chlorure de sodium a **une période $T=1,8 \cdot 10^{-15}$ s**. Il est à rappeler que le spectre visible de l'œil humain, dans **le vide**, est compris entre **400 et 780nm**. On donne **C = 300.000 km.s⁻¹**.

1. Quelle est la **fréquence v** d'une telle radiation ?
2. Quelle est sa **longueur d'onde λ_0** dans le vide ?
3. Cette radiation est-elle **visible** à l'œil nu.
4. Cette radiation se propage dans un matériau d'indice de réfraction **n = 1,80**.
 - a. Déterminer la **longueur d'onde λ** de cette radiation dans ce matériau.
 - b. Cette radiation est elle toujours visible? Expliquer.

Exercice 2 : Milieu dispersif

L'indice de réfraction d'un matériau donné varie suivant la loi de Cauchy

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

Où **A et B sont des constantes** et λ la longueur d'onde.

1. Qu'appelle t'on milieu dispersif ?
2. Si on dispose des valeurs de l'indice de réfraction n en fonction de la longueur d'onde λ pour un matériau donné, comment peut-on vérifier qu'il suit la loi de Cauchy?
3. Proposer un moyen pour déterminer les valeurs des coefficients A et B.
4. Les calculs donnent les valeurs suivantes de A et B:

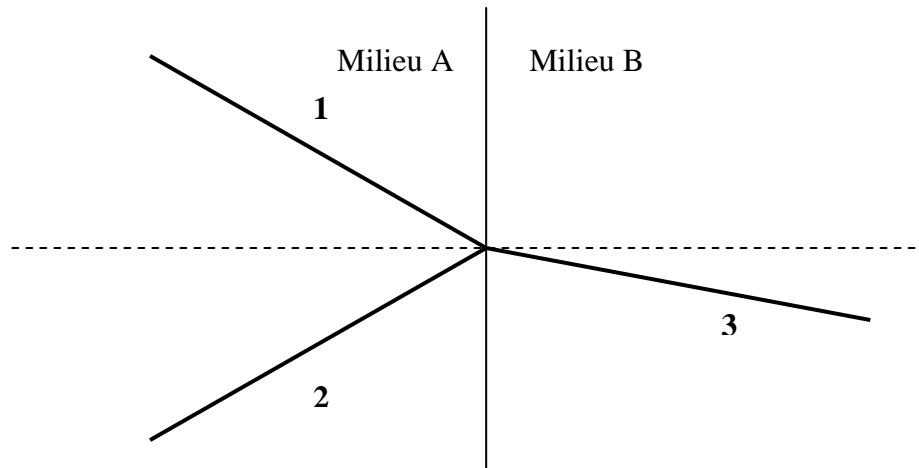
$$A = 1,468 \text{ et } B = 5,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2.$$

Calculer l'indice de réfraction de ce matériau pour $\lambda = 633 \text{ nm}$.

5. Un rayon lumineux de longueur d'onde $\lambda = 633 \text{ nm}$ se propageant dans l'air arrive sur un dioptre air-verre de ce matériau sous une incidence $i = 40^\circ$. Calculer l'angle de réfraction de ce rayon.

Exercice 3 : réflexion et réfraction

Un pinceau lumineux arrive sur un dioptre plan séparant l'air d'un verre **d'indice $n=1,5$** . On représente les rayons observés sur la figure ci-dessous :



1. Identifier les différents rayons et le sens de propagation de la lumière.
2. Dans quelle zone se trouve le verre ?
3. Représenter, sur la figure, les angles d'incidence i , de réflexion r et de réfraction i' .
4. Calculer r et i' pour un **angle d'incidence de 30°** .
5. On inverse le sens de parcours de la lumière et le rayon arrive maintenant du milieu B.
 - a. Calculer l'angle limite de réfraction.
 - b. Tracer le chemin suivi par un pinceau lumineux arrivant sous les incidences suivantes: 40° et 45° .

Exercice 4: miroir plan et construction d'images

Un homme mesurant **1.70 m** et dont les yeux sont à **1.60 m** au dessus du sol se regarde dans un **miroir plan vertical M**.

1. Quelle est la dimension minimale du miroir pour que l'observateur se voie entièrement?
2. Tracer sur une figure l'image de cet observateur à travers le miroir plan.
3. En déduire la position, la nature, le sens et la dimension de cette image.
4. De combien se déplace cette image si on déplace le miroir de 30 cm vers l'observateur.

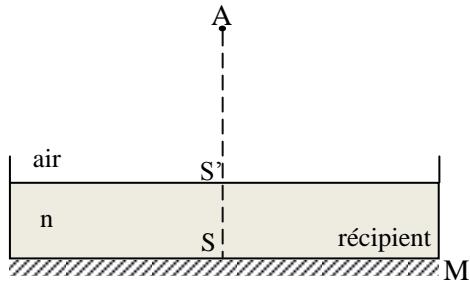
Exercice 5: diopstre plan

Un **objet AB** est placé parallèlement à un **diopstre plan Σ** séparant l'air (indice $n_0=1$) d'un milieu d'indice $n_1=1,5$. La distance entre l'objet AB et le diopstre plan Σ est de **2 cm**.

1. Déterminer la position des image A' de A et B' de B.
2. Quelle est la nature, le sens et la dimension de l'image A'B' de l'objet AB.
3. Tracer le cheminement d'un rayon issu de A et un autre issu de B.

Exercice 6 : récipient à fond réfléchissant.

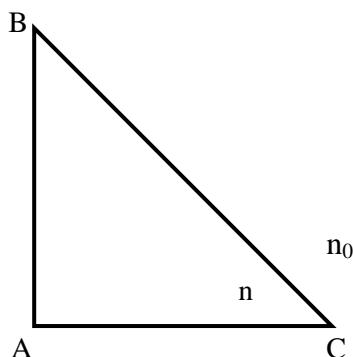
Un objet ponctuel A se trouve à 3cm au dessus d'un miroir plan M. Ce miroir est placé au **fond d'un récipient rempli d'eau d'indice $n=4/3$ jusqu'à une hauteur de 1cm**. Les rayons issus de l'objet A traversent le dioptre plan Σ (air-eau), qui donne de l'objet A une image A_1 . Les rayons sont ensuite réfléchis par le miroir M qui donne de l'objet A_1 une image A_2 . Finalement, les rayons traversent une deuxième fois le dioptre plan Σ (eau-air) qui donne de l'objet A_2 une image finale A_3 .



1. Déterminer la position de A_1 par rapport à S' .
2. Déterminer la position de A_2 par rapport à S' .
3. Déterminer la position de A_3 par rapport à S' .
4. Placer A_1 , A_2 et A_3 et tracer le chemin d'un rayon issu de A jusqu'à sa sortie du système optique.
5. L'objet ponctuel A est remplacé par un objet AB, parallèle au dioptre plan Σ , à la même distance du miroir plan M (3cm). L'objet AB a une dimension de 1cm.
 - a. Quelle est la dimension de l'image finale A_3B_3 donnée par le récipient rempli?
 - b. Placer A_3B_3 sur la figure ci-dessus.

Exercice 7: réfraction et réflexion totale

Soit un **prisme rectangle isocèle ABC** (un angle de 90° et deux angles de 45°) comme l'indique la figure ci-dessous. Le prisme ABC constitué d'un milieu d'indice $n = 1,5$, baigne dans l'air d'indice $n_0 = 1$.

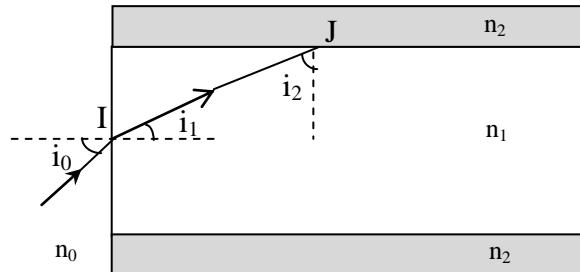


Déterminer la **face de sortie du rayon lumineux ainsi que l'angle d'émergence i'** à travers le prisme pour les deux cas suivants a) et b).

- a) Le rayon arrive **normalement** à la face d'entrée AB.
- b) Le rayon incident arrive sous un angle d'incidence $i = 30^\circ$.

Exercice 8 : fibre optique

On considère une fibre optique composée d'un cœur d'indice $n_1 = 1,56$ entouré d'une gaine d'indice $n_2 = 1,15$, selon le schéma en coupe suivant. Le milieu entourant la fibre a un indice $n_0 = 1,10$.

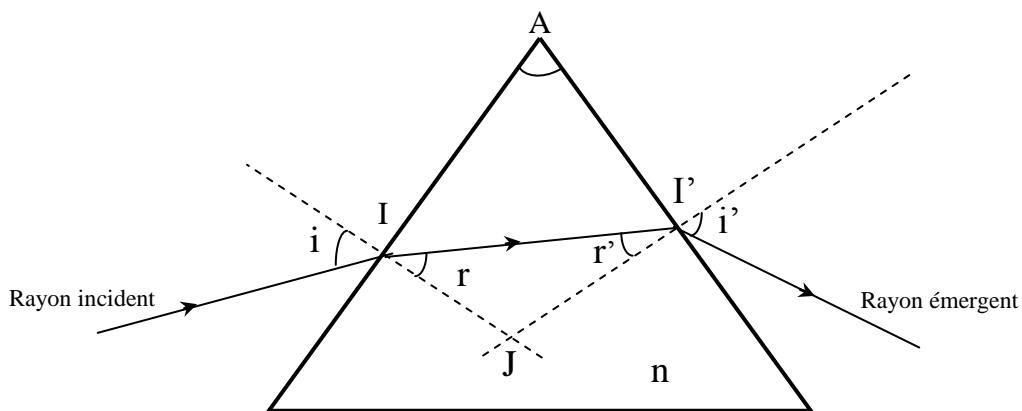


Un rayon incident arrive sur la fibre optique avec un angle d'incidence i_0 , il est réfracté au point d'incidence I sous un angle i_1 .

1. Peut-il y avoir **réflexion totale** en J ?
2. Quelle est la **condition sur i_2** pour que le rayon subisse une réflexion totale en J ?
3. En déduire la **condition sur i_0** pour que le rayon soit guidé à l'intérieur de la fibre optique.
4. Tracer le trajet d'un rayon guidé à l'intérieur de la fibre optique.

Exercice 9 : Étude du prisme

Soit un prisme **d'angle au sommet A** et fabriqué dans un verre d'indice $n=1,5$. Il est placé dans l'air d'indice $n_0 = 1$.



1. Définir la déviation et représenter la sur la figure ci-dessus.
2. Donner les quatre équations du prisme.
3. Comment varie i' lorsque i diminue ?
4. Quelle est la condition sur r' pour que le rayon incident émerge du prisme ?
5. Calculer la valeur maximale A_M de A au-delà de laquelle aucun rayon ne peut émerger, quel que soit l'angle d'incidence i .
6. Calculer les angles r , r' , i' et la déviation D donnée par ce prisme pour un angle $A = 45^\circ$ et un angle d'incidence $i = 30^\circ$.