



TD N°3 LES DIOPTRES

Exercice 1

Un pêcheur aperçoit un poisson situé à 1 m sous la surface de l'eau, sur la même verticale. En considérant que ces yeux sont à 1,40 m au dessus de l'eau :

1. A quelle distance le pêcheur voit-il le poisson ?
2. A quelle distance de l'œil du poisson se trouve l'image du pêcheur ?
3. A quelle profondeur doit se trouver le poisson pour que l'image vue par le pêcheur soit décalée de 15 cm par rapport à sa position réelle ?

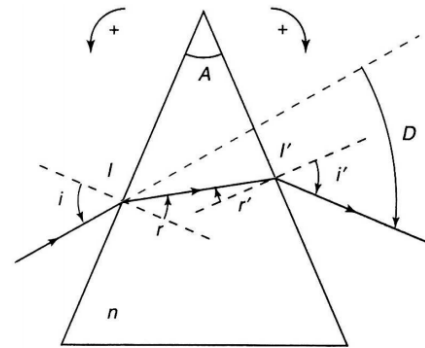
On donne l'indice de l'eau $n=1,33$.

Exercice 2: Loi du prisme

Sur la figure ci-contre, les orientations des angles sont choisies pour que les valeurs des angles i , i' , r , r' et D soient positives.

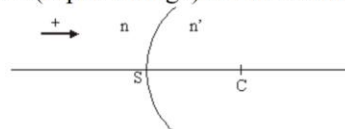
a) Exprimer les lois de SNELL-DESCARTES en fonction de i , i' , r , r' et n , traduisant les réfractions à l'entrée I et à la sortie I' du prisme, lors du passage d'un rayon lumineux monochromatique dans le plan de section principale.

b) Déterminer les relations géométriques liant les angles A , r et r' d'une part et l'angle de déviation D aux angles A , i et i' d'autre part.



Exercice 3

Un dioptre sphérique de centre C , de sommet S , de rayon de courbure égal à 10cm sépare l'air d'indice $n=1$ (espace objet) et un milieu d'indice $n'=4/3$ (espace image). Sa face convexe est tournée du côté de l'air.

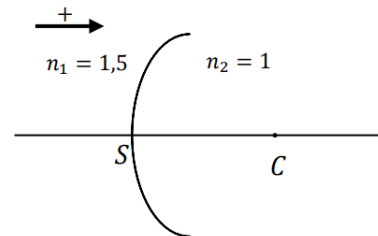


1. Trouver la position des foyers F et F' de ce dioptre.
2. Trouver la position d'un objet réel AB perpendiculaire à SC et de son image $A'B'$ pour le grandissement linéaire $\gamma=+2$.

Exercice 4

Un dioptre sphérique de sommet S , de centre C et de rayon $R = 2 \text{ cm}$ sépare 2 milieux d'indices $n_1 = 1,5$ et $n_2 = 1$ (voir figure ci-contre).

- 1- Peut-on déduire la nature du dioptre d'après le schéma ?
- 2- Calculer la vergence du dioptre. Que peut-on conclure ?
- 3- Calculer les distances focales objet et image.
- 4- Déterminer les caractéristiques de l'image $A'B'$ d'un objet AB de 1cm de hauteur situé à 9 cm du sommet S .
- 5- Faire une construction géométrique.



Exercice 5 : Arc-en-ciel

Le phénomène de l'arc-en-ciel est basé sur les lois de Descartes régissant les réflexions et réfractions de la lumière. Il n'est visible que lorsqu'un rideau de pluie (naturel ou artificiel) est éclairé et que l'observateur regarde ce rideau en tournant le dos à la source lumineuse.

On se reportera à la figure 1 pour localiser les diverses notations de l'exercice.

Un rayon lumineux entre en E dans une goutte d'eau sphérique avec une incidence i : il subit une réfraction. Au point R, il subit une réflexion. Il ressort finalement de la goutte au point S.

L'indice de réfraction de l'air est $n_{\text{air}}=1$ et celui de l'eau est noté n_{eau} .
Sa valeur dépend de la longueur d'onde de la lumière.

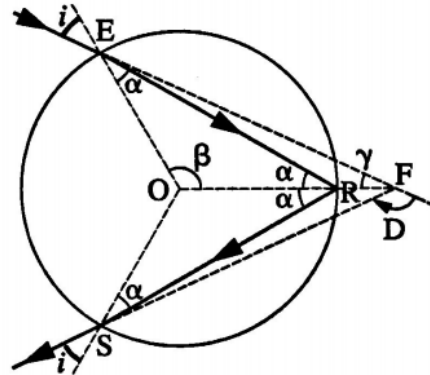


Figure 1

1. On cherche à déterminer l'expression de la déviation D en fonction de l'angle d'incidence i et de l'indice optique de l'eau n_{eau} .
- a) En considérant le triangle OEF, déterminer la relation entre les angles i , γ et β , puis la relation entre les angles i , β et D .
- b) En considérant le triangle OER, déterminer la relation entre les angles α et β .
- c) En appliquant la loi de la réfraction, donner l'expression de l'angle α en fonction de l'angle d'incidence i et de l'indice optique n_{eau} de l'eau.
- d) Rassembler les résultats des trois questions précédentes et donner l'expression de l'angle de déviation D en fonction de l'angle d'incidence i et de l'indice optique n_{eau} .
2. La lumière blanche émise par le Soleil est en fait composée de nombreuses couleurs.
- a) Comment qualifie-t-on ce type de rayonnement ?
- b) On donne la fréquence ν et vitesse V de propagation dans l'eau de deux de ces couleurs :
- Figure 1*

Rayonnement	A	B
Fréquence ν (Hz)	$7,5 \cdot 10^{14}$	$3,8 \cdot 10^{14}$
Vitesse de propagation V (m/s)	$2,23 \cdot 10^8$	$2,25 \cdot 10^8$

Déterminer les longueurs d'onde des rayonnements A et B dans le vide.

On rappelle la valeur de la célérité de la lumière dans le vide : $c=3,00.10^8$ m/s.

Donner les couleurs de ces deux rayonnements.

- c) Les fréquences des rayonnements changent-elles lorsque le rayon lumineux pénètre dans la goutte d'eau ?

Qu'en est-il des longueurs d'onde ?

- d) Calculer les indices de réfraction n_A et n_B de l'eau respectivement pour les rayonnements A et B.

Comment qualifie-t-on un milieu tel que l'eau ?

La goutte est maintenant éclairée par un large pinceau de lumière (émis par le soleil, par exemple). La goutte est alors touchée par une multitude de rayons entrant avec des angles d'incidence différents. L'intensité lumineuse maximale est observée dans la direction de la déviation minimale qui correspond, on l'admettra, à une incidence de $i=60^\circ$.

3. Calculer la déviation minimale d'un rayon constitué d'un rayonnement A. Même question pour un rayon constitué d'un rayonnement B. Conclure.

Lorsqu'un rideau de pluie est éclairé par le soleil, un observateur peut voir toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Ce ne sont donc pas les mêmes gouttes qui produisent toutes les couleurs.

4. L'observateur est situé à 1,00 km du rideau de pluie (figure 2). À quelle altitude est située la goutte qui produit le rayonnement A de l'arc-en-ciel ? Même question pour le rayonnement B.

On négligera la taille de l'observateur devant l'altitude des gouttes considérées.

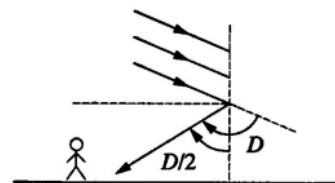


Figure 2