

TD S1.1 - Bases de l'optique géométrique

Table des matières

1 Questions de cours	1
2 Déviation d'un rayon lumineux par deux miroirs	1
3 Comme un poisson dans l'eau	2
4 La goutte d'eau qui...	3
5 Rayon traversant une vitre	3
6 Mesure de l'indice d'un liquide	4
7 Prisme à réflexion totale	4
8 Clou planté dans un bouchon	5
9 Fibre optique à saut d'indice	5

1 Questions de cours

1.1 Quand peut-on parler de lumière monochromatique ? A quoi ressemble son spectre ? Donner un exemple.

1.2 Qu'est-ce que la lumière blanche ? A quoi ressemble le spectre de la lumière blanche ? On s'appuiera sur des exemples.

1.3 Expliquer rapidement ce qu'est l'optique géométrique et préciser les limites à ce modèle. Citer des cas où l'optique géométrique ne s'applique pas.

1.4 Définir l'indice de réfraction d'un milieu. Pourquoi sa valeur est-elle toujours supérieure à 1 ?

1.5 Qu'appelle-t-on milieu transparent homogène et isotrope ? Comment s'y propage la lumière ?

1.6 Comment appelle-t-on la surface de séparation entre deux milieux d'indice différents ?

1.7 Comment sont reliés la longueur d'onde dans le vide et la longueur d'onde dans le milieu ?

1.8 Dans quel domaine se situent les longueurs d'onde des ondes lumineuses visibles ? Préciser les domaines correspondant aux différentes couleurs.

1.9 Énoncer les lois de Descartes-Snell aussi bien pour le rayon réfléchi que pour le rayon réfracté (en évitant de se limiter aux seules formules). Comment savoir si lors d'une réfraction, le rayon s'écarte ou se rapproche de la normale ? Que n'indique pas l'optique géométrique en ce qui concerne les rayons réfléchis et réfractés en un même point d'un dioptre ?

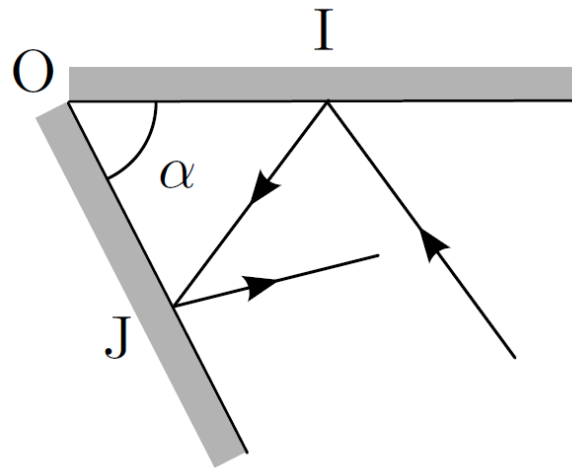
1.10 Dans quel cas parle-t-on de réflexion totale ? Expliquer, schéma à l'appui et donner l'expression de l'angle d'incidence limite. Donner des exemples pratiques d'utilisation de ce phénomène.

1.11 Construire l'image d'un objet par un miroir plan. Quelle est sa nature ?

2 Déviation d'un rayon lumineux par deux miroirs

Deux miroirs plans d'arête commune passant par O forment entre eux un angle α . Un rayon incident frappe l'un des miroirs puis se réfléchit sur l'autre. On note I et J les points d'incidence

successifs, i et j les angles d'incidence correspondants.



2.1 Exprimer en fonction de l'angle i la déviation angulaire D_i du rayon lors de la réflexion au point I. De même, exprimer D_j en fonction de j .

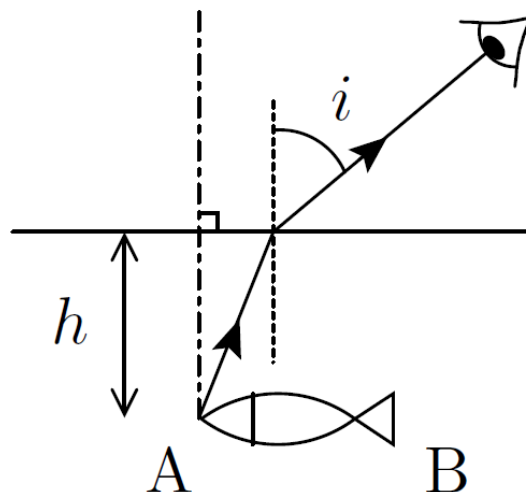
2.2 En considérant le triangle (OIJ), établir la relation entre les angles i , j et α .

2.3 En déduire la déviation totale D du rayon lumineux lors des deux réflexions, en fonction de l'angle α uniquement.

2.4 Que se passe-t-il si les miroirs forment un angle droit ?

3 Comme un poisson dans l'eau

Un observateur regarde un poisson ¹ AB situé dans un bassin rempli d'eau d'indice $n = 1,33$, dans la situation représentée sur le dessin. La longueur du poisson est $AB = 50$ cm et sa profondeur est $h = 0,5$ m.



3.1 Exprimer en fonction de n et i la profondeur h' de l'image A' de la tête du poisson pour l'observateur qui regarde sous une incidence i l'image de A.

3.2 Calculer h' pour $i = 10$ et pour $i = 30$.

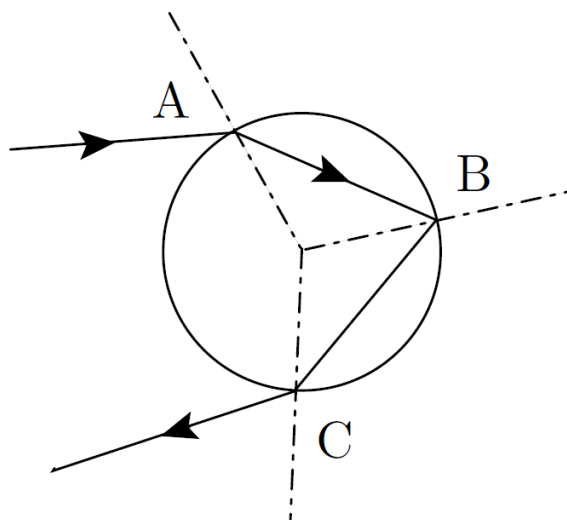
1. http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/dioptres/stig_diopetre_plan.php

3.3 Déterminer la profondeur apparente h'' dans le cas de rayons très peu inclinés par rapport à la normale au dioptre. Comment varie-t-elle avec la profondeur réelle du poisson ?

3.4 On note α' le diamètre angulaire apparent du poisson pour l'observateur qui le regarde à la verticale au niveau de la surface de l'eau et α le diamètre angulaire en l'absence d'eau. Calculer α' et α .

4 La goutte d'eau qui...

Le phénomène de l'arc-en-ciel ² est dû au caractère dispersif des gouttes d'eau en suspension dans l'air, qui ne dévient pas toutes les différentes couleurs de la même manière.



On considère une goutte d'eau, supposée sphérique, d'indice de réfraction $n = 1,33$, l'indice de l'air étant pris égal à 1,00. Un rayon arrive sur la goutte, subit une première réfraction en A, puis une réflexion en B, avant de sortir de la goutte en subissant une dernière réfraction en C. On note i et r les angles respectivement d'incidence et de réfraction au point A.

4.1 Expliquer pourquoi la réflexion en B ne peut pas être totale.

4.2 En additionnant les déviations angulaires subies, déterminer l'expression de la déviation totale D du rayon en fonction de i et de r .

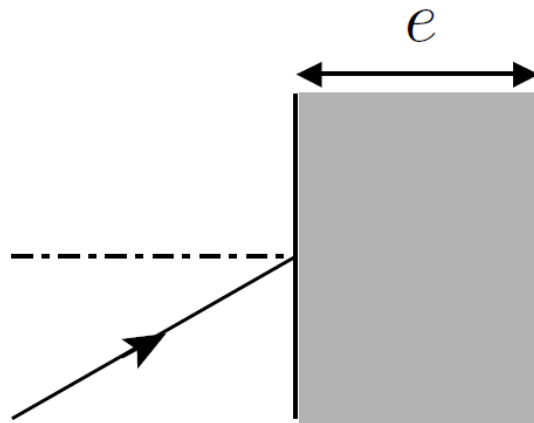
4.3 En déduire l'expression de la fonction mathématique $D(i)$. À l'aide de la calculatrice, tracer l'allure de la courbe $D(i)$ pour $0 < i < 90$.

4.4 Pour quelle valeur d'angle d'incidence i_m la déviation D est-elle minimale ? Que vaut, le minimum de déviation D_m ?

5 Rayon traversant une vitre

Un rayon lumineux traverse une vitre d'épaisseur e et d'indice n (l'indice de l'air est pris égal à 1,00), avec un angle d'incidence i .

2. http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/arc_en_ciel/arc_en_ciel.php

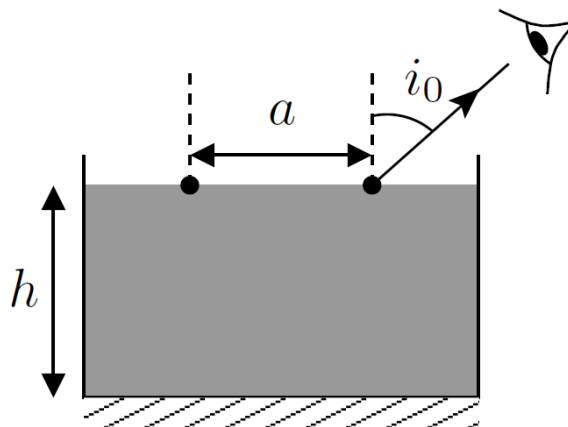


5.1 Montrer que le rayon ressort de la vitre en conservant la même direction.

5.2 Pour un angle d'incidence i petit, exprimer en fonction de n , e et i la déviation latérale d subie par le rayon incident lors de la traversée de la vitre.

6 Mesure de l'indice d'un liquide

Deux fils parallèles, distants de a , sont maintenus à la surface d'un liquide d'indice n . Le liquide est placé dans une cuve dont le fond est argenté, sur une hauteur h . On observe l'un des fils sous une incidence i_0 donnée, et on règle h de manière à ce que l'image de l'autre fil, après réflexion sur le miroir puis réfraction au niveau du dioptre eau $\rightarrow$ air, coïncide avec le fil observé.

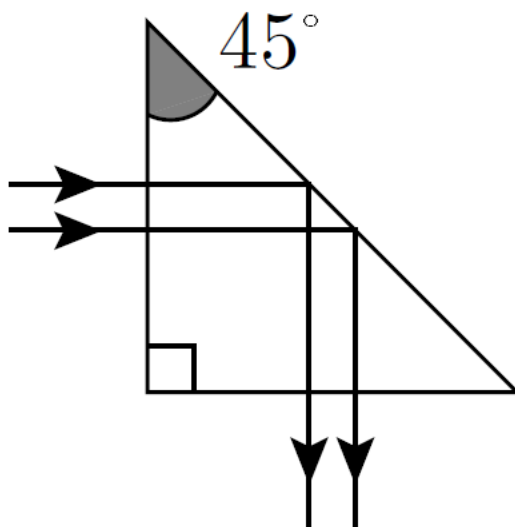


6.1 Représenter le trajet du rayon lumineux observé issu de l'autre fil.

6.2 En déduire l'expression de n en fonction de i_0 , a et h .

7 Prisme à réflexion totale

On souhaite que le trajet des rayons lumineux soit le suivant dans un prisme à 45° . Le milieu environnant est l'air d'indice 1,00.

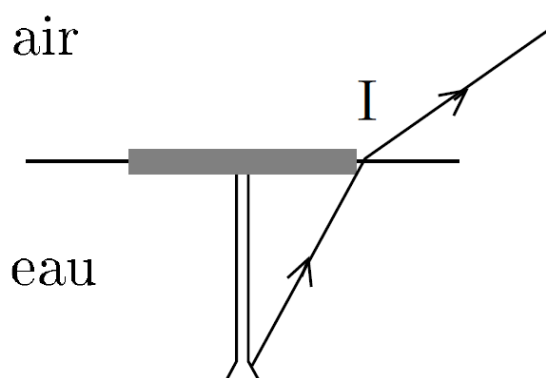


7.1 Que vaut l'angle d'incidence sur l'hypoténuse ?

7.2 A quelle condition sur l'indice n du prisme la réflexion totale est-elle possible ?

8 Clou planté dans un bouchon

On dispose sur un plan d'eau une rondelle de liège de rayon R et d'épaisseur négligeable au centre de laquelle on a planté un clou de longueur L , perpendiculairement à la rondelle. On note n_1 indice de refraction de l'eau, celui de l'air étant pris égal à 1,00.

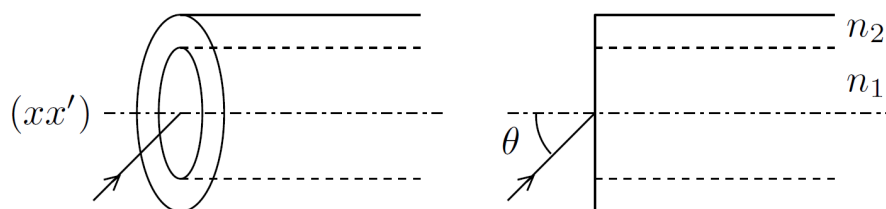


8.1 Déterminer à partir de quelle longueur limite L_{lim} du clou le rayon passant par l'extrémité I de la rondelle est totalement réfléchi.

8.2 Dans le cas où $L = L_{min}$, que peut-on alors dire des autres rayons qui arrivent sur le dioptre eau $\rightarrow$ air ? Que voit un observateur qui regarde depuis l'air en dessous de la rondelle ?

9 Fibre optique à saut d'indice

Une fibre optique est formée d'un cœur cylindrique transparent, d'indice de réfraction $n_1 = 1,66$, entouré d'une gaine transparente d'indice $n_2 = 1,52$. On note (xx') l'axe de révolution de la fibre, supposée rectiligne. Un rayon lumineux issu de l'air (d'indice égal à 1,00) arrive sur le cœur au niveau de l'axe de révolution, avec un angle d'incidence θ .



9.1 Tracer l'allure du trajet du rayon lumineux dans la fibre, en supposant que le rayon reste confiné à l'intérieur du cœur.

9.2 Établir la condition que doit vérifier l'angle d'incidence i au niveau du dioptré formé par le cœur et la gaine pour que le rayon reste confiné dans le cœur.

9.3 Calculer l'angle limite θ_{lim} pour lequel le confinement est assuré.