TD1 - Optique géométrique

Exercice 1 - Couleur d'un laser

On utilise un pointeur laser, de longueur d'onde $\lambda = 532\,\mathrm{nm}$.

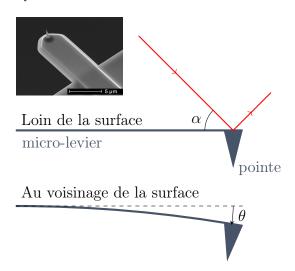
- 1. Représenter qualitativement le spectre du rayonnement de ce laser.
- 2. Donner la couleur du point obtenu en éclairant une feuille avec ce pointeur.
- 3. On place un bloc de plexiglas d'indice n = 1,51 sur le trajet du faisceau. Exprimer puis calculer la longueur d'onde dans le plexiglas. À quelle couleur cela correspond-t-il?

Exercice 2 – Microscope à force atomique

Un microscope à force atomique permet d'imager la surface d'un échantillon avec une précision remarquable, atteignant une résolution verticale de l'ordre de l'angström. On balaie pour cela la surface avec une pointe microscopique placée à l'extrémité d'un micro-levier. On mesure alors la déviation du levier liée aux interactions entre la surface et la pointe à l'aide d'un laser.

Exprimer la déviation D du laser, angle algébrique formé entre le rayon réfléchi quand le micro-levier est au repos et quand celui-ci est incliné d'un angle θ .

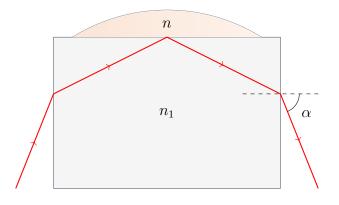
Pour aller plus loin: toutestquantique.fr/afm/.



Exercice 3 – Réfractométrie

La réfractométrie est une méthode de caractérisation, utilisée notamment en chimie, qui permet de mesurer l'indice optique d'un liquide. Le principe du réfractomètre est illustré cidessous.

Après avoir déposé une goutte de liquide d'indice n inconnu sur un bloc de verre flint d'indice $n_1 = 1,66$, on envoie un rayon lumineux sur le bloc et on repère l'angle limite de sortie α pour lequel il y a réflexion totale au niveau du dioptre verre/liquide.



- 1. Exprimer l'indice du liquide n en fonction de n_1 et α .
- 2. Faire l'application numérique pour $\alpha = 60,0^{\circ}$.
- 3. Justifier l'intérêt d'utiliser du verre flint plutôt qu'un verre ordinaire d'indice voisin de 1,5 pour fabriquer le réfractomètre.

Exercice 4 - À la pêche

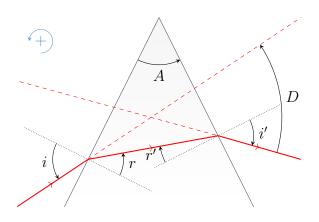
Un pêcheur, dont les yeux sont à une hauteur $h=1,70\,\mathrm{m}$ au dessus de l'eau, observe un petit poisson situé à une profondeur $p=1,00\,\mathrm{m}$ sous la surface. Les rayons lumineux issus du poisson arrivent aux yeux du pêcheur en formant un angle $\alpha=30,0^\circ$ avec l'horizontale.

Exprimer la distance d entre le pécheur et le poisson en fonction de h, p et α . Faire l'application numérique.

Exercice 5 - Prisme

On envoie un rayon lumineux sur un prisme transparent d'angle au sommet A et d'indice n. Ce rayon est contenu dans le plan perpendiculaire à l'arête du prisme.

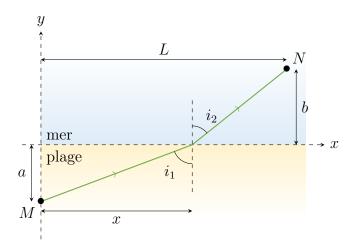
- 1. Donner les relations entre i, r et n d'une part et i', r' et n d'autre part.
- 2. Établir la relation entre A, r et r', puis exprimer la déviation D introduite par le prisme en fonction de A, i et i'.
- 3. Déterminer l'expression de i' en fonction de i, n et A et en déduire l'expression de D en fonction de i, n et A.



Exercice 6 - Sauvetage en mer

Un maitre-nageur situé en M repère un nageur en difficulté situé en N. Il souhaite atteindre le nageur le plus rapidement possible pour lui porter assistance au plus vite. On notera v_1 la vitesse de course du maitre-nageur sur la plage et v_2 sa vitesse de nage en mer.

- 1. Exprimer le temps T(x) nécessaire au maitre-nageur pour atteindre le nageur en fonction de x, L, a, b, v_1 et v_2 .
- 2. Donner la condition pour laquelle ce temps est minimal, et l'exprimer en faisant intervenir les angles i_1 et i_2 . Commenter le résultat obtenu.



Exercice 7 - Cache-cache - Résolution de problème



Lorsqu'elles se sentent menacées, certaines grenouilles se cachent dans l'eau, juste sous un nénuphar.

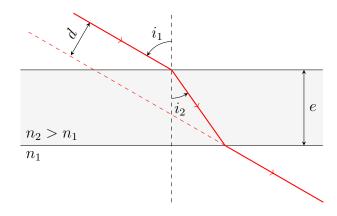
- Justifier qu'il s'agit d'une cachette parfaite vis à vis des prédateurs aériens.
- Proposer une estimation de la profondeur jusqu'à laquelle une grenouille est en sécurité.

Cr'edit: Pinterest

Exercice 8 - Lame de verre à faces parallèles - Oral CCP

Lame de verre

Sur la face supérieure d'une lame de verre formée de deux dioptres plans parallèles, d'épais-seur $e=8.0\,\mathrm{cm}$, d'indice $n_2=1.5$ plongée dans l'air dont on supposera l'indice n_1 égal à 1.0, arrive un rayon lumineux sous une incidence $i_1=60^\circ$.



- 1. Y a-t-il toujours un rayon transmis de l'autre côté de la lame?
- 2. Montrer que la déviation latérale d peut se mettre sous la forme

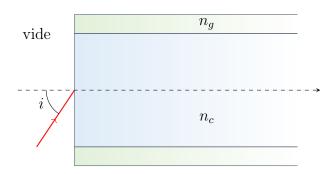
$$d = e\left(1 - \frac{n_1 \cos i_1}{n_2 \cos i_2}\right) \sin i_1.$$

Effectuer l'application numérique.

3. À quelle condition la déviation d sera-t-elle proportionnelle à e et i_1 ?

Fibre optique

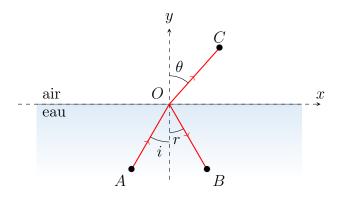
Une fibre optique, plongée dans le vide, est formée d'une âme en verre d'indice $n_c = 1,66$ entourée d'une gaine en verre d'indice $n_g = 1,52$.



- 4. Quelle est la valeur maximale de l'angle d'incidence i pour laquelle la lumière est transmise dans l'âme de la fibre?
- 5. Exprimer l'ouverture de la fibre en fonction de n_c et n_g de la façon la plus simple possible.

♣ python* Exercice 9 – Tracé de rayon

On souhaite étudier la situation ci-dessous avec Python.



- 1. Exprimer les coordonnées des points A, B et C en fonction de i et des indices de l'eau $n_{\rm eau}$ et de l'air $n_{\rm air}$. On prendra OA = OB = OC = 1.
- 2. Compléter le programme ci-dessous (lignes 24 et 25) pour tracer le rayon incident.
- 3. Compléter le programme pour tracer les rayons réfléchis et réfractés.
- 4. Retrouver « expérimentalement » la valeur numérique de l'angle de réfraction limite.

```
import numpy as np
   import matplotlib.pyplot as plt
2
                 # angle d'incidence en degrés
4
  n_air = 1.00 # indice optique de l'air
5
  n_eau = 1.33 # indice optique de l'eau
6
   #########################
8
   # Préparation de la figure
9
   ##########################
10
  fig = plt.figure(figsize=(6,4))
11
  plt.xlim(-1.5,1.5)
12
  plt.ylim(-1,1)
  plt.gca().set_aspect('equal') # même échelle sur les deux axes
14
   # Le décor
15
  plt.plot([-2,2], [0,0], "-k")
16
  plt.fill_between([-2,2], 0,-2, color="CO", alpha=0.25)
17
  plt.plot([0,0], [-2,2], "--k", alpha=0.2) # normale au dioptre
18
19
   #################
20
   # Tracé de rayons
21
   #################
22
   # rayon incident
23
   xa = \#\mathring{A} COMPL\acute{E}TER\#
                             # abscisse du point A
24
  ya = #A COMPLÉTER#
                             # ordonnée du point A
25
  plt.plot([xa,0], [ya,0])
26
27
  plt.show() # pour afficher le graphique
28
```