

## Travaux dirigés d'Optique n°1

**Données :** Constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Électronvolt :  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

*Applications directes*

### Exercice 1 Laser

Une diode laser émet un rayonnement de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .

1. Quelle est la couleur de ce rayonnement ?
2. Déterminer l'énergie du photon associé à ce rayonnement en Joules puis en eV (électronvolt)

La puissance du laser est  $P = 1 \text{ mW}$ .

3. Déterminer l'énergie fournie par le laser en 1s.
4. En déduire le nombre de photons émis en 1s.

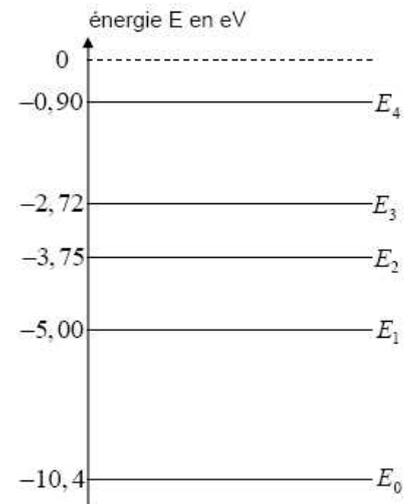
Le faisceau laser traverse un cube de verre d'indice  $n = 1,5$ .

5. Déterminer la longueur d'onde du laser dans le verre. Quelle est la couleur du faisceau dans le verre ?

### Exercice 2 : Lampe au mercure

Le diagramme ci-contre présente certains niveaux d'énergie de l'atome de mercure. Le niveau  $E_0$  correspond au niveau d'énergie le plus bas (niveau fondamental).

1. Quelle est, en électronvolt, l'énergie libérée par un atome de mercure se désexcitant du niveau  $E_4$  au niveau  $E_2$  ?
2. En déduire la longueur d'onde la couleur de la radiation correspondante ?
3. Reprendre les calculs précédents pour une désexcitation du niveau  $E_2$  vers le niveau fondamental  $E_0$ .
4. Pourquoi une lampe à vapeur de mercure émet-elle un spectre de raies ?

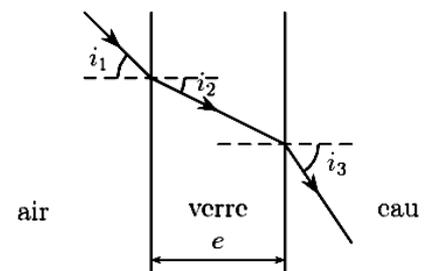


### Exercice 3 : Aquarium

La paroi d'un aquarium est constituée d'une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur  $e = 5 \text{ mm}$ .

L'indice optique de l'air est  $n_1 = 1,00$  ; celui du verre est  $n_2 = 1,50$  et celui de l'eau  $n_3 = 1,33$ .

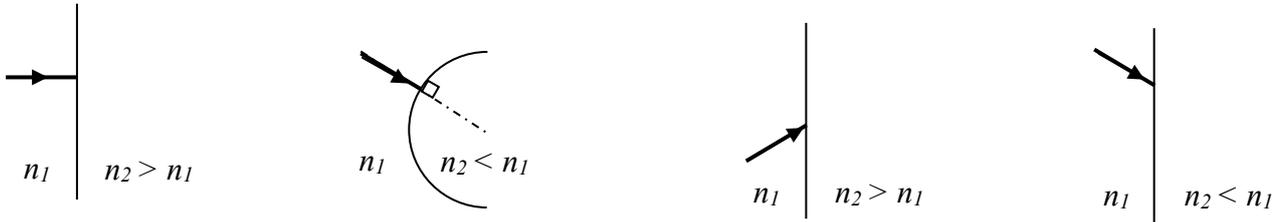
- a) Sachant que  $i_1 = 46^\circ$ , calculer  $i_2$  et  $i_3$ .
- b) A quelle condition sur l'angle  $i_2$  peut-il y avoir une réflexion totale à l'interface verre/eau ?
- c) Que peut-on dire de  $i_1$  et  $i_3$  si l'aquarium ne contient pas d'eau ?



## Exercices sans calcul

**Exercice 4 : Tracé de rayons lumineux**

Tracez **qualitativement** la trajectoire des rayons lumineux réfractés lors de la traversée des dioptries ci-dessous (on ne s'intéressera pas aux rayons réfléchis).

**Exercice 5 : Équerre optique**

Soient deux miroirs plans faisant un angle de  $90^\circ$ . On considère un rayon incident subissant une réflexion sur chacun des miroirs. Déterminer graphiquement la déviation, c'est à dire l'angle entre le rayon incident et le rayon émergent.

Quel est l'intérêt d'un tel système ?

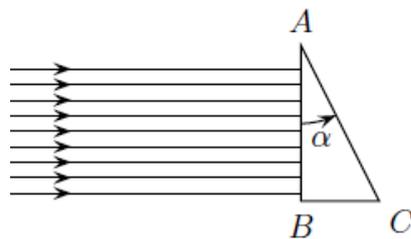
*Applications des lois de la réfraction***Exercice 6 : La grenouille \***

Une grenouille est cachée dans l'eau ( $n_{eau} = 1,3$ ) sous le centre d'un nénuphar géant d'Amazonie de rayon  $r = 50$  cm.

- Faire un schéma de la situation en plaçant la grenouille et le nénuphar.
- Représenter le parcours de quelques rayons issus de la grenouille, se propageant vers l'interface eau/air.
- Tous les rayons émis par la grenouille peuvent-ils être transmis dans l'air ?
- En déduire à quelle profondeur maximale  $h$  doit se trouver la grenouille pour qu'on ne puisse jamais la voir depuis l'air ( $n_{air} = 1$ ) ? On exprimera le résultat analytiquement puis numériquement.

**Exercice 7 : Déviation d'un faisceau de lumière parallèle \***

Un faisceau parallèle tombe sous incidence normale sur toute la face d'entrée (à gauche) d'un prisme en cristal de petit angle au sommet  $\alpha$  et d'indice  $n$ . Données numériques :  $\alpha = 2,90 \cdot 10^{-3}$  rad ;  $n = 1,500$ .



- Représenter le faisceau émergent du prisme en admettant qu'il y a bien réfraction.
- Exprimer, en fonction de  $\alpha$ , l'angle d'incidence d'un rayon lumineux au niveau de l'interface cristal/air (dioptre AC)

Si l'angle  $\alpha$  est très faible devant 1 rad, on peut effectuer l'hypothèse  $\sin(\alpha) \approx \alpha$ .

- En déduire que le faisceau est dévié d'un angle  $D \approx (n - 1)\alpha$ .
- Calculer l'angle de déviation  $D$  dans les conditions de l'expérience.

**Exercice 8 : Introduction à la résolution de problème \*\***

Cet exercice, volontairement peu guidé, doit vous conduire à l'acquisition d'autonomie dans l'étude complète d'un phénomène.

**Il est nécessaire d'être très soigneux dans la rédaction, d'expliquer un maximum votre démarche et vos choix. L'essentiel de l'évaluation portera sur la rédaction.**

On attend de votre part :

- De s'approprier le problème (Faire un schéma, identifier les grandeurs physiques pertinentes, leur attribuer un symbole)
- De modéliser la situation, de faire éventuellement des hypothèses simples,
- De relier le problème à une situation connue, identifier la partie du cours en relation, se référer à un exercice déjà étudié ...
- Les valeurs numériques ne sont pas forcément fournies. Il faudra soit les extraire des documents fournis soit les fixer, en expliquant vos choix et en gardant des valeurs cohérentes.

**Problème à étudier :**

Lors d'une séance de plongée sous marine, un amateur a pris le cliché ci-dessous.

- Expliquer en quelques lignes pourquoi le plongeur peut observer un disque lumineux à la surface de l'eau.
- Déterminer la profondeur à laquelle se situe le plongeur.



**Capacités exigibles:**

- Connaître et utiliser l'expression reliant l'énergie d'un photon à la fréquence.
- Caractériser une source lumineuse par son spectre. Relier la longueur d'onde dans le vide et la couleur.
- Établir la relation entre la longueur d'onde dans le vide et la longueur d'onde dans le milieu.
- Définir le modèle de l'optique géométrique et indiquer ses limites
- Connaître et utiliser les lois de Snell-Descartes pour déterminer des rayons réfléchis ou réfractés à partir d'un rayon incident
- Établir la condition de réflexion totale.
- Définir une convention d'orientation des angles dans un plan et lire des angles orientés.
- Fibre optique : Établir les expressions du cône d'acceptance et de la dispersion intermodale d'une fibre à saut d'indice.

**Capacités mathématiques :**

- Calculer des angles et des distances avec des formules géométriques et de trigonométrie.
- Définir une convention d'orientation des angles dans un plan et lire des angles orientés

**QCM d'entraînement :**