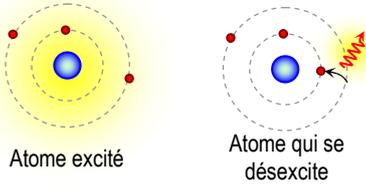


1. Emission de la lumière

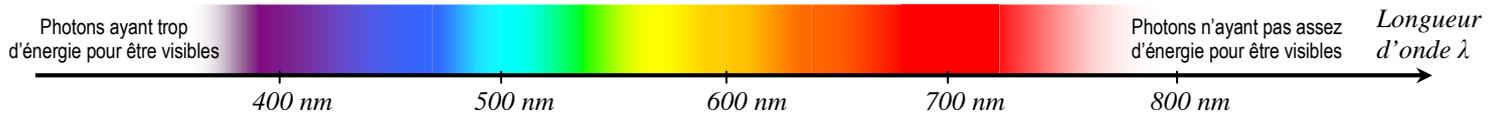
1.1. Fabrication de photons



Lorsque deux atomes se percutent du fait de l'agitation thermique, ils créent l'un sur l'autre un certain désordre dans leur cortège d'électrons. Dans cet état, ils sont alors qualifiés d'excités. Chaque atome va alors spontanément remettre son électron déplacé par le choc à sa place en évacuant l'énergie du choc sous la forme d'un grain de lumière appelé **photon**.



A noter : Tous les photons émis par ce procédé ne sont pas forcément visibles. Certains ne possèdent pas assez d'énergie, d'autres, au contraire, en possèdent trop.



Exercice 1 :

- Donner un encadrement des longueurs d'onde dans lequel la lumière est visible.
- Quelle est la couleur d'un photon de longueur d'onde 707 nm ? Même question pour un photon de 531 nm ?
- Quel est, d'un photon rouge ou d'un photon violet, celui qui possède le plus d'énergie ?
- Quel type de lumière trouve-t-on vers $1\,000 \text{ nm}$?
- Même question vers 100 nm .
- L'énergie d'un photon est-elle proportionnelle à sa longueur d'onde ?

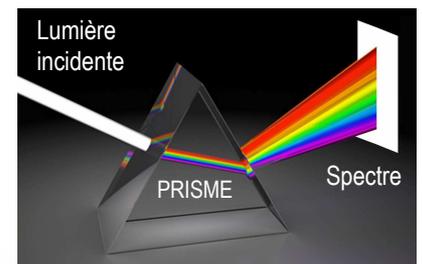
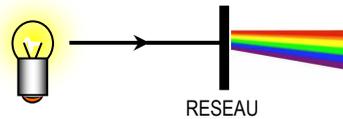
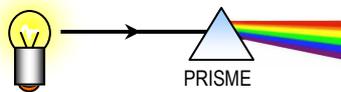
A retenir :

- La lumière n'est pas une onde mécanique car elle n'a pas besoin de matière pour se propager.
- La lumière (les photons) se propage à une vitesse appelée **célérité** et environ égale à $c = 300\,000 \text{ km/s}$ dans le vide.
- Chaque couleur de l'arc-en-ciel est repérée, dans le vide ou dans l'air, par une **longueur d'onde** propre notée λ (*lambda*).
- La lumière est **visible** si sa longueur d'onde λ est environ comprise entre **400 et 800 nm**.
- Au-delà de 800 nm se trouvent les **infrarouges**. En dessous de 400 nm se trouvent les **ultraviolets**.
- Une lumière ne contenant que des photons de même longueur d'onde est dite **monochromatique**, sinon elle est **polychromatique**.

1.2. Spectres d'émission continus

A retenir :

Pour **décomposer une lumière** et observer son **spectre** (c'est-à-dire les différentes longueurs d'onde qui la composent), on utilise un spectroscopie contenant soit un **prisme**, soit un **réseau**.



On maintient 4 cubes de fer identiques à 4 températures différentes et on analyse leur spectre :

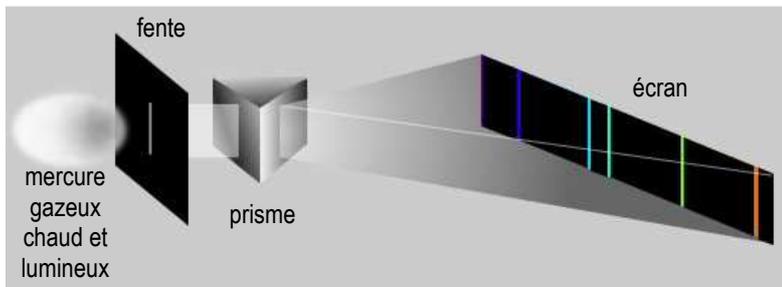


Exercice 2 :

- Rappeler la couleur de la lumière visible qui possède le plus d'énergie.
- Quel est le seul cube capable d'émettre cette couleur ? Pourquoi ?
- La lumière du cube à 600°C est-elle monochromatique ? Est-elle continue ?
- En analysant le spectre du cube à 600°C , expliquer la couleur que l'on perçoit de lui.
- De même, expliquer la couleur presque blanche (mais toujours jaune) du cube à 1500°C .
- Que faudrait-il pour qu'une source de lumière apparaisse parfaitement blanche ?



1.3. Spectres de raies d'émission



Autres exemples de spectres produits par d'autres gaz :

- Spectre de l'hydrogène H excité :



- Spectre du sodium Na excité :



Exercice 3 :

On chauffe du mercure (Hg) gazeux jusqu'à ce qu'il devienne lumineux. On isole alors un filet de lumière qui émerge de ce gaz par une fente verticale et on le décompose à l'aide d'un prisme.

- Comment nomme-t-on la figure que l'on observe sur l'écran après décomposition de cette lumière ?
- Cette lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier.
- Quels motifs de couleurs observe-t-on sur l'écran ? Cette figure de lumière est-elle continue ?
- Les autres éléments chimiques gazeux produisent-ils la même figure sur l'écran ? Justifier.

A retenir :

- Lorsqu'on décompose de la lumière provenant d'un **solide incandescent** on observe un **spectre d'émission continu**.
- Si l'on décompose la lumière émise par un **gaz chaud**, on observe un **spectre de raies d'émission**.
- **Chaque gaz possède un spectre de raies d'émission qui lui est propre.**
On peut ainsi déterminer la nature d'un gaz en observant son spectre.

2. Propagation de la lumière

L'**indice de réfraction** noté n d'un milieu homogène transparent permet de déterminer la vitesse à laquelle la lumière se déplace dans ce milieu. C'est une **grandeur sans dimension** qui a été fixée à 1,0 dans le vide car c'est dans ce milieu que la lumière se déplace avec la plus grande vitesse possible notée c . Dans un milieu d'indice $n = 2$, la vitesse v de la lumière est alors égale à la moitié de sa valeur dans le vide : $v = c / 2$

Exemples d'indices :

- $n(\text{air}) = 1,000\ 293$
- $n(\text{eau}) = 1,33$
- $n(\text{verre}) = 1,52$
- $n(\text{diamant}) = 2,42$

Exercice 4 :

- A partir des données du texte, déterminer la relation entre v , c et n .
- Déterminer la vitesse de la lumière dans l'eau.
- Quelle serait la particularité d'un milieu matériel d'indice $n = 0,7$? Conclure.

$$v =$$

Indices de l'air :

- $n(0^\circ\text{C}) = 1,000\ 293$
- $n(10^\circ\text{C}) = 1,000\ 283$
- $n(20^\circ\text{C}) = 1,000\ 273$
- $n(30^\circ\text{C}) = 1,000\ 262$

A retenir :

Lorsqu'un rayon de lumière arrive (**rayon incident**) sur une surface transparente (**dioptre**), une partie du rayon est renvoyée par la surface (**rayon réfléchi**) et une autre partie pénètre au travers de la surface (**rayon réfracté**) en étant dévié. Cette déviation s'appelle le **phénomène de réfraction**.

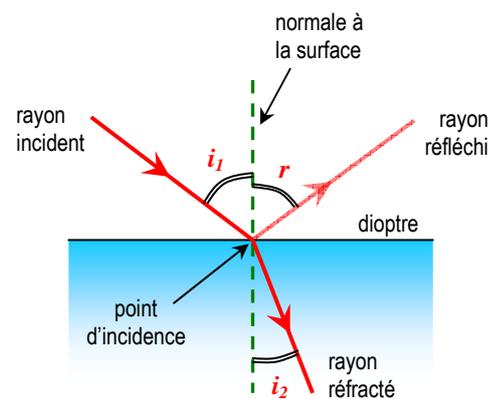
On repère alors la position de ces rayons grâce aux angles qu'ils font avec la droite perpendiculaire (la normale) à la surface transparente.

Ces angles sont tels que :

- $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$ (**loi de Descartes**)
- $i_1 = r$ (loi de la réflexion)

avec :

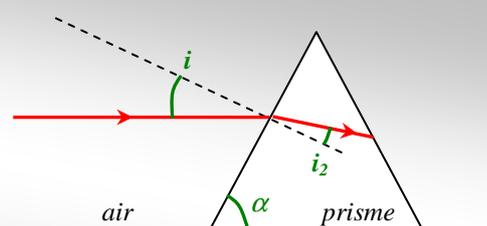
- n_1 : indice de réfraction du milieu d'incidence
- n_2 : indice de réfraction du milieu de réfraction
- r : angle de réflexion
- i_1 : angle d'incidence
- i_2 : angle de réfraction



Exercice 5 :

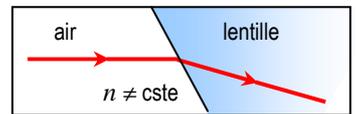
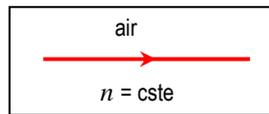
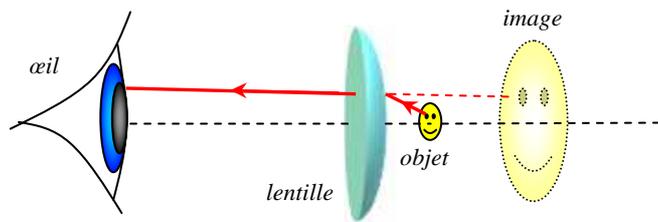
Un rayon incident parallèle au sol arrive sur la surface d'un prisme de section équilatérale (c'est-à-dire que les trois angles du triangle valent tous $\alpha = 60^\circ$).

- A l'aide du schéma ci-contre, retrouver l'expression de l'angle d'incidence i_1 en fonction de l'angle α .
- Déterminer la valeur de l'angle de réfraction i_2 sachant que l'angle d'incidence vaut $i_1 = 30^\circ$ et que l'indice de réfraction n_p du prisme vaut 1,5.



3. Optique géométrique

3.1. Fonctionnement d'une lentille

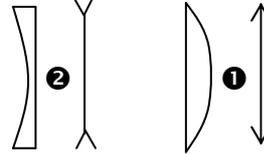


Une lentille déforme la marche d'un rayon à cause du **phénomène de réfraction**.

L'œil considère qu'un objet se situe dans la direction d'où provient le rayon qu'il perçoit. Comme une lentille dévie les rayons de lumière, un œil regardant au travers d'une lentille voit un objet déformé (ici agrandi).

Il existe deux types de lentilles :

- Les **lentilles convergentes** ① qui ont un centre plus épais que le bord.
- Les **lentilles divergentes** ② qui ont un centre plus fin que le bord.

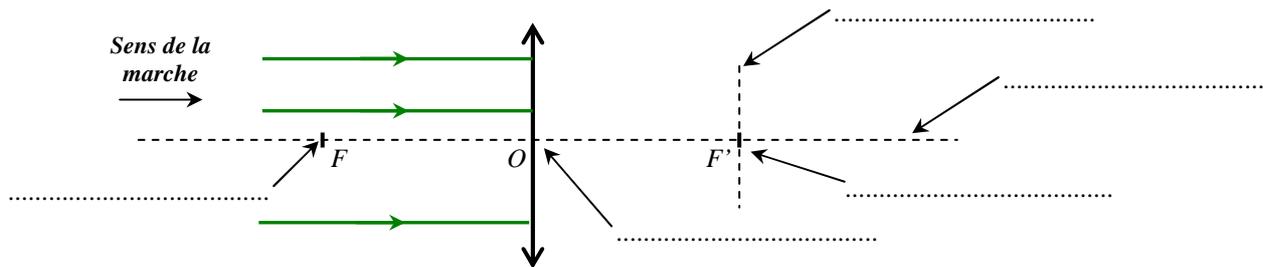


3.2. Caractéristiques d'une lentille convergente

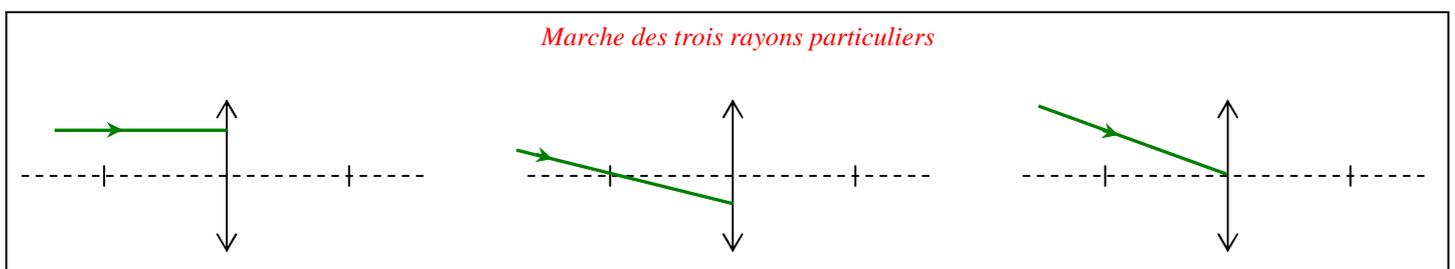
A retenir :

- L'axe perpendiculaire à la lentille et qui passe par son centre est appelé **axe optique**.
- Le centre O de la lentille est le **centre optique**.
- Le point où convergent tous les rayons arrivant parallèles à l'axe optique sur la lentille se nomme le **foyer image F'** .
- Le **foyer objet F** est placé sur l'axe optique tel que $FO = OF'$
- La distance OF' , souvent notée f' , est appelée **distance focale**.

Question : A l'aide des indications données, compléter les 2 schémas ci-dessous et poursuivre la marche des rayons incidents.



- ▶ Le rayon incident qui arrive parallèlement à l'axe optique ressort de la lentille en passant par le foyer image.
- ▶ Le rayon incident qui passe par le foyer objet ressort de la lentille parallèle à l'axe optique.
- ▶ Le rayon incident passant par le centre optique de la lentille poursuit sa marche sans être dévié.



A retenir :

L'image A' d'un point A de l'objet se trouve à l'intersection des rayons issus de A et qui ressortent de la lentille.

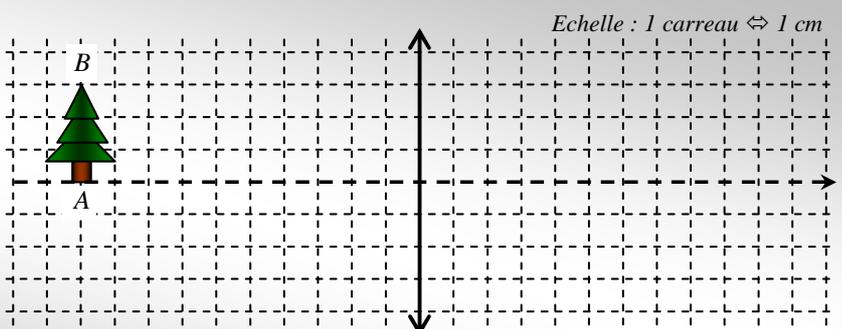
Exercice 6 :

On considère un jouet en forme d'arbre de 3 cm de haut placé à 10,0 cm d'une lentille convergente de distance focale $f' = 4,0$ cm.

- Placer O , F et F' sur la figure ci-contre.
- Construire l'image $A'B'$ du sapin miniature.

A retenir : On définit le **grandissement** $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$

- Calculer la valeur du grandissement γ (gamma) dans cet exemple.



FICHE EXERCICES

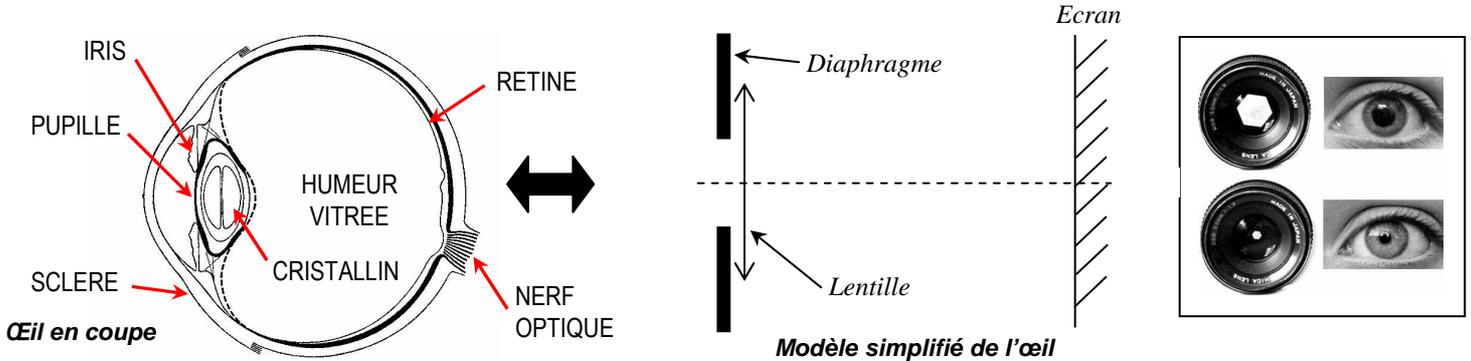
Exercice 1 : Modélisation de l'œil humain

L'œil est l'organe de la vision, sens qui permet à un être vivant de capter les ondes électromagnétiques du domaine du visible.

Dans le monde animal, il existe une quarantaine de types d'organes visuels que l'on appelle « œil ».



Les yeux les plus simples, comme le sténopé du nautilus, sont tout juste capables de déceler la différence entre lumière et obscurité alors que les yeux les plus complexes permettent de distinguer formes et couleurs.



Associer à chaque élément du montage ci-contre la partie de l'œil modélisée :

A RETENIR :

Diaphragme :

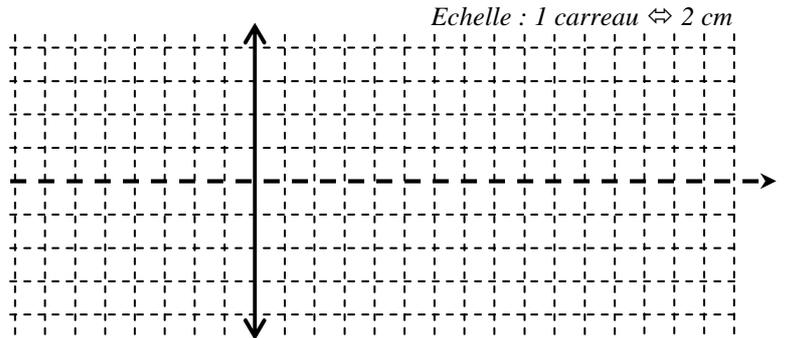
Lentille :

Ecran :

Exercice 2 : Construction d'une image

Un objet lumineux AB de hauteur $4,0\text{ cm}$ est placé à $-16,0\text{ cm}$ d'une lentille convergente de distance focale $f' = +10,0\text{ cm}$. Le point A est centré sur l'axe optique de la lentille et B est au-dessus de l'axe.

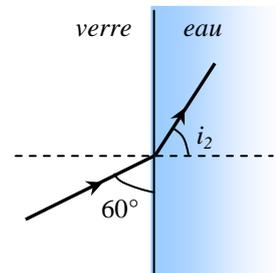
- Placer en couleur les points O , F et F' .
- Représenter l'objet AB sur la zone graphique ci-dessous.
- Construire au crayon de papier l'image $A'B'$ de l'objet AB à travers la lentille.
- A quelle distance du centre optique O doit-on placer un écran blanc pour avoir une image nette ?
- Sachant que l'image se forme de telle manière que $OA' = 26\text{ cm}$, déterminer à l'aide du théorème de Thalès la valeur de $A'B'$ et celle du grandissement γ .



Exercice 3 : Phénomène de réfraction

Un rayon lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 452\text{ nm}$ passe d'un verre d'indice de réfraction $n = 1,7$ à une eau d'indice de réfraction $n = 1,3$.

- Comment se nomme le point de la surface sur lequel arrive le rayon incident ?
- Comment se nomme la droite en pointillés sur le schéma ?
- Déterminer la valeur en degrés de l'angle d'incidence i_1 .
- Retrouver alors la valeur de l'angle de réfraction i_2 .
- Comment se nomme le rayon qui repart dans l'eau avec l'angle i_2 ?
- Le rayon considéré dans ce problème est-il bleu ou rouge ? Justifier.
- A quelle vitesse se propage le rayon dans le verre ?



Exercice 4 : Vrai ou faux ?

- | V | F | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un objet est visible lorsqu'il absorbe la lumière. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Un rayon de lumière est toujours visible. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La vitesse de la lumière est deux fois plus faible dans un milieu transparent d'indice $n = 2$. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage en ligne droite. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Le verre et l'eau sont deux milieux opaques. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | La lumière n'est pas une onde mécanique. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Une lentille est divergente si elle est plus épaisse à ses bords qu'à son centre. |