

Travaux Dirigés d'optique géométrique. Élément de Physique SVT. Séries 6, 7, 8, 9

Exercice 1 : Aspect ondulatoire de la lumière

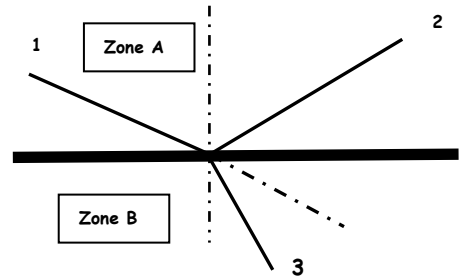
Une radiation lumineuse émise par une lampe à vapeur de chlorure de sodium a une période $T = 1,533 \cdot 10^{-15} \text{ s}$. On donne $c = 300.000 \text{ km.s}^{-1}$. Il est à rappeler que la longueur d'onde λ de la lumière visible à l'œil humain varie entre $\lambda_{\text{Indigo}} = 400 \text{ nm}$ et $\lambda_{\text{Rouge}} = 800 \text{ nm}$.

1. Quelle est la fréquence ν de cette radiation, présentée sous forme d'une écriture scientifique ?
 2. Quelle est sa **longueur d'onde** λ_0 dans le vide exprimée en μm , en nm puis en $\text{\AA}$?
 3. Cette radiation **est-elle visible** à l'œil humain nu ? Si oui, indiquer sa **couleur**.
 - 4- Cette radiation se propage dans un milieu verre crown BK7 d'indice de réfraction $n = 1.5524$. Déterminer la longueur d'onde λ de cette radiation relative à cette substance.
- a- Sa fréquence ν change-t-elle ? b- Sa couleur change-t-elle ? Expliquer.

Exercice 2 : réflexion et réfraction

Un fin pinceau lumineux arrive sur un dioptre plan séparant l'eau de l'air ; d'indice de réfraction $n=1$. On donne $n_{\text{eau}}=1,33$. On représente les rayons observés sur la figure ci-contre.

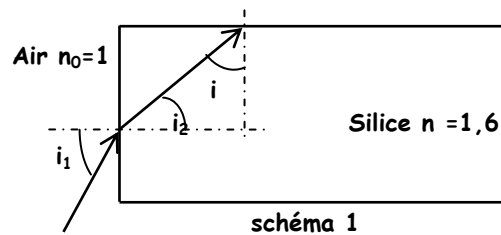
- a. Identifier les différents rayons avec les angles correspondants.
- b. Indiquer la déviation D de la lumière
- c. Dans quelle zone l'eau se trouve-t-elle ?
- d. Calculer l'angle limite de réfraction Δ



Exercice 3 : Une introduction à la Fibre optique

Avec les données du schéma 1 ci-contre

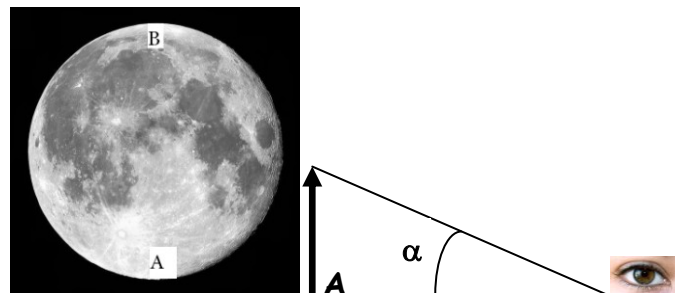
1. Calculer les angles i_1 et i_2 sachant que l'angle $i = 60^\circ$.
2. Calculer l'angle limite de réfraction Δ
3. Tracer la marche du rayon lumineux jusqu'à sa sortie du cylindre.



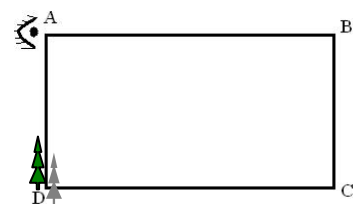
Exercice 4 : Diamètre apparent

Par définition, le **diamètre apparent** d'un objet AB est l'angle α sous lequel il est vu.

- a) Une tour de hauteur $h = 30$ mètres se trouve à une distance $D = 1 \text{ km}$ d'un observateur. Calculer sa hauteur apparente en degré et en radian.
- b) Il est à noter que le **diamètre réel** de la Lune est de 3450 km ; et la distance moyenne Terre-Lune est de $380\,000 \text{ km}$. Exprimer en radian, puis en degré le diamètre apparent de la Lune vue de la Terre.



Exercice 5 : Association de miroirs plans. Soit un quadrilatère ABCD ; comment doit-on disposer deux miroirs plans en B et en C pour qu'un œil placé en A puisse voir l'objet placé en D en regardant dans la **direction AB**.



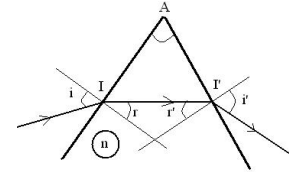
Exercice 6 : Miroirs plans parallèles :

Soit un objet S situé entre deux miroirs M_1 et M_2 plans parallèles. Combien d'images possède l'objet S ?

Exercice 7 : Etude d'un prisme

Soit un prisme d'angle au sommet A et fabriqué dans un verre d'indice de réfraction $n = 3/2$. Il est placé dans l'air d'indice $n_0 = 1$.

1. Donner les relations liant i et r ; i' et r' ; r , r' et A .
2. Définir graphiquement et exprimer la déviation D en fonction de i , i' et A dans le cas où le rayon émergent du prisme existe.
3. Comment varie i' lorsque i croît ?
4. **a** - Calculer la valeur de l'angle limite de réfraction au point I' .
b - En déduire qu'il existe une valeur A_M de A au-delà de laquelle il n'y aura aucun rayon émergent, quel que soit l'angle d'incidence i . Calculer A_M .
5. On éclaire ce prisme par une lumière blanche.
a- Quel est le phénomène observé à la sortie du prisme.
b- Quelle est la radiation la plus déviée ?
c- Quelle est la radiation la moins déviée ?



Exercice 8 : Translation d'un rayon lumineux à la traversée d'une lame à faces parallèles : Soit un rayon lumineux SI qui frappe sous une incidence i une vitre (lame à faces parallèles) d'épaisseur e et d'indice n . Montrer que ce rayon lumineux subit une translation à la traversée de cette lame à faces parallèles. Calculer cette translation pour $i = 60^\circ$, $e = 5$ cm et $n \approx \sqrt{3}$.

Exercice 9 : Soit un **miroir concave** de centre C , de sommet S et de rayon $R = 6$ cm.

1. Quelle est sa distance focale $\overline{SF'} = f'$? En déduire sa vergence V .
2. On place un objet réel à 9 cm de son sommet S . Calculer la position de l'image dans l'**approximation de Gauss**, en déduire sa nature. Vérifier les résultats précédents à l'aide d'une construction géométrique.
3. Calculer le grandissement linéaire γ . S'agit-il d'une image droite ou renversée.
4. Trouver la position d'un objet lorsque l'image est virtuelle, droite et trois fois plus grande que l'objet.
5. Trouver la position d'un objet lorsque l'image est réelle, droite et 3 fois plus petite que l'objet.

Exercice 10 : Dioptré sphérique

Soit un dioptré sphérique Σ_1 de sommet S_1 , de centre C_1 et de rayon de courbure $S_1C_1 = -10$ cm. L'indice de réfraction des deux milieux est respectivement $n_0 = 1$ et $n_1 = 3/2$. Ce dioptré sphérique, transforme un point source A_1 situé sur l'axe optique Δ , en un autre point A_2 situé aussi sur l'axe Δ .

1. Etablir la relation de conjugaison liant les points A_1 et A_2 .
2. Déterminer les foyers principaux objet F_1 et image F'_1 de ce dioptré sphérique. Placez ces foyers principaux sur un schéma. Ces foyers sont-ils virtuels ? en déduire la nature de Σ_1 .
3. Quelle serait la nature de ce dioptré si on permute les deux milieux homogènes ?
4. Calculer le rapport des distances focales image et objet f'_1 et f_1 du dioptré sphérique Σ_1 .

Exercice 11 : Image du Soleil

Pour obtenir l'image du Soleil la plus grande possible, on a le choix entre deux lentilles de vergence 8δ et 2δ . On utilise une seule lentille. Laquelle choisir ? Justifier la réponse à l'aide d'un schéma. Après avoir choisi la bonne lentille, on obtient un cercle de 4,5 mm de diamètre sur un écran. Quel est le diamètre apparent du Soleil ?

Exercice 12: Lentilles minces convergente et divergente

Soit une lentille $\mathcal{L}_1$ de centre optique O_1 et de distance focale $f' = +3$ cm.

1. On considère un objet AB perpendiculaire à l'axe optique de taille 2 mm respectivement à 4 cm et 2 cm en avant du centre optique. Déterminer graphiquement l'image de l'objet dans chaque cas.
2. Dans chaque cas, l'image est-elle observable sur un écran ? Est-elle observable par l'œil d'un observateur à travers de cette lentille ? Calculer la taille de cette image $A'B'$.
3. Déterminer graphiquement l'image $A'B'$ d'un objet AB placé sur le foyer principal objet F de cette lentille
4. Soit une lentille divergente $\mathcal{L}_2$ de centre optique O_2 et de distance focale $f' = -4$ cm. Déterminer la position l'image d'un objet AB réel de taille 2 mm situé à 6 cm du centre optique. Calculer la taille de $A'B'$.

On accole ces deux lentilles $\mathcal{L}_1(O_1, f'_1=3\text{cm})$ et $\mathcal{L}_2(O_2, f'_2=-4\text{cm})$

5. Quelle est la vergence V du système optique $\{\mathcal{L}_1, \mathcal{L}_2\}$ où les deux lentilles sont accolées. Quelle est alors sa distance focale f' d'une lentille équivalente ?

Exercice 13 : L'œil réduit

Ahmed observe à l'œil nu une mosquée éloignée. Le diamètre apparent de la mosquée a une valeur de 10° .

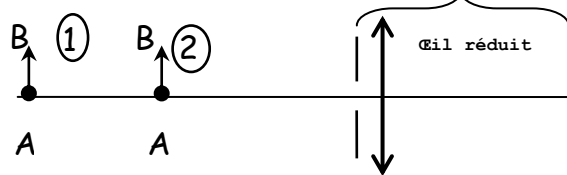
- 1) Quels sont les éléments optiques essentiels de l'œil réel et quel est leur rôle ?
- 2) Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel.
- 3) En considérant que la mosquée est un objet AB situé à l'infini, faire un schéma, sans souci d'échelle, de l'œil réduit, et construire l'image $A'B'$ de la mosquée. Justifier le tracé des rayons.
- 4) La distance focale de la lentille de l'œil réduit a pour valeur 17 mm. Quelle est alors la vergence de cette lentille ? Quelle est alors la taille de l'image obtenue sur l'écran ?

Exercice 14 : Accommodation de l'œil

Le schéma ci-dessous représente le modèle de l'œil réduit.

1. Où se forme l'image d'un objet lorsque cet objet est vu net par l'œil ?
2. En utilisant le rayon de lumière passant par le centre optique de la lentille, construire sur le même schéma les images $A'B'_1$ de l'objet en position ① et $A'B'_2$ de l'objet AB en position ②.
3. En utilisant un autre rayon, déterminer la position du foyer image de la lentille pour les 2 positions de l'objet AB .

4. Comment évolue la distance focale de la lentille quand l'objet AB s'approche de l'œil ?
5. Dans un œil réel, cette évaluation provient de la déformation du cristallin. Expliquer comment est modifié la forme du cristallin quand un objet s'approche de l'œil ?



Exercice 15 : L'œil emmétrope

Soit un œil normal dont le pouvoir de séparation est de $1'$, le **Punctum Remotum** PR est infini et le **Punctum Proximum** PP est situé à 25 cm devant l'œil.

- a- Quelle distance minimale doit séparer deux points lumineux pour que cet œil puisse les distinguer à une distance de 100 m ?
- b- Sachant que la distance cristallin-rétine vaut 15 mm, calculer les valeurs extrêmes de la vergence du cristallin.

Exercice 16: L'œil myope

A- Un œil myope voit flou les objets éloignés car leurs images se forment avant la rétine. Sur quelle partie du globe oculaire se serait formée l'image d'un point objet à l'infini, si l'œil avait été sans défaut ? Utiliser le schéma de l'œil réduit pour illustrer le défaut de myopie.

B- Une personne myope, dont le Punctum Remotum de son œil se situe à 25 cm, a une amplitude dioptrique d'accommodation $A = 5$ dioptries.

- a- Calculer sa distance minimale d_m (PP) de vision distincte de cet œil myope.
- b- Cette personne opte pour des verres de contact « lentille $\mathcal{L}_f$ », quelles sont alors les caractéristiques (nature, f'_1 , V_1) de ces verres de contact ? (le centre de la lentille correctrice $\mathcal{L}_f$ étant confondu avec le sommet S de l'œil).
- c- Quelles sont alors les nouvelles limites de vision distincte de cet œil corrigé ?

Exercice 17 : L'œil presbyte

Un œil presbyte était un œil emmétrope, œil qui a une vue normale, dont le cristallin n'est pas assez souple pour se déformer. Un objet éloigné est toujours vu net mais la vue devient floue pour les objets proches. On corrige ce défaut en plaçant devant l'œil un verre progressif, c'est-à-dire une lentille dont la distance focale n'est pas la même selon que l'on regarde au centre de la lentille ou en bas.

- a) Pourquoi un objet éloigné est-il toujours vu net par un œil presbyte ?
- b) Quand on regarde un paysage, on utilise la partie centrale de la lentille alors qu'on utilise le bas de la lentille pour lire. Comment évolue la vergence de la lentille quand le regard passe du centre au bas ?

Exercice 18 : L'œil hypermétrope

Un œil hypermétrope est un œil dont l'ensemble des milieux transparents, notamment la cornée et le cristallin, peut être modélisé par une lentille qui n'est pas assez convergente quand l'œil est au repos.

- 1) Lorsque l'œil est au repos, le foyer image de cette lentille est-il situé devant, derrière ou sur la rétine?
- 2) Un œil hypermétrope peut-il voir un objet éloigné : *a*- sans accommodation? *b*- avec accommodation?
- 3) Pour corriger l'hypermétropie, on place devant l'œil au contact de la cornée une lentille convergente. L'œil hypermétrope étudié à une distance focale $f'_h = 18,0$ mm alors qu'un œil emmétrope a une distance focale $f'_e = 17,0$ mm.

a) Calculer les vergences C_h et C_e de ces deux yeux.

b) En déduire la vergence C de la lentille de contact à utiliser pour corriger l'œil.

- 4) Un œil myope est un œil trop convergent. Justifier qu'il ne peut pas voir nettement un objet éloigné.

Exercice 19 : La loupe

Un timbre poste est observé à travers une lentille convergente de distance focale $+8$ cm, faisant office de loupe. Le timbre de dimensions $(3 \text{ cm} \times 2 \text{ cm})$ est situé à 6 cm de la lentille supposée mince.

- a- Déterminer les caractéristiques de l'image (position, nature, grandeur et sens par rapport à l'objet).
- b- Tracer la marche du faisceau lumineux issu d'un point de l'objet.
- c- Cette fois-ci, l'observateur utilise **une autre loupe** pour lire le texte de ce timbre. Il désire voir **en accommodant à l'infini** et sous un angle apparent de $0,05$ radian la hauteur des lettres de ce texte, hauteur qui est de 2 mm. Déterminer la vergence de la nouvelle loupe utilisée ? En déduire sa distance focale f' .

Exercice 20 : Le microscope

Un microscope est formé d'un objectif assimilé à une lentille convergente $\mathcal{L}_1$ de vergence 250δ et d'un oculaire assimilé à une lentille convergente $\mathcal{L}_2$, située à $18,9$ cm en arrière de $\mathcal{L}_1$. On place un objet AB à $4,1$ mm en avant du centre optique O_1 de $\mathcal{L}_1$.

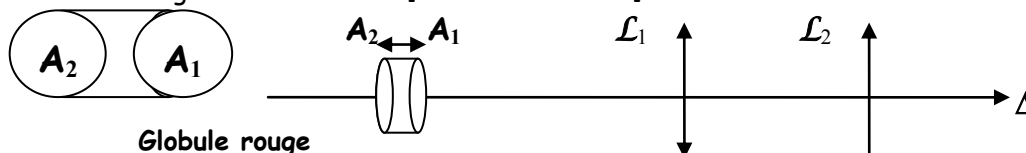
a) Quelle est la nature et la position de l'image $A'B'$ formée par l'objectif $\mathcal{L}_1$.

b) Calculer la taille de cette image $A'B'$ pour un objet AB de $10 \mu\text{m}$.

c) L'œil regarde à travers le microscope. Quelle est la nature de l'image finale $A''B''$?

d) On veut que cette image finale $A''B''$ soit à l'infini. En déduire la distance focale f'_2 de la lentille $\mathcal{L}_2$ (l'oculaire).

e) On observe un globule rouge assimilé à un cylindre aplati dont l'axe est l'axe optique Δ du microscope. L'image finale A_1'' de la face inférieure A_1 du globule se forme à l'infini. Où se trouve alors l'image intermédiaire A_1' de cette face A_1 ?



f) L'image intermédiaire A_2' de la face supérieure A_2 se forme entre le foyer objet $\mathcal{F}_2$ et le centre optique O_2 de l'oculaire, la lentille $\mathcal{L}_2$, et à $3,1$ mm de ce foyer $\mathcal{F}_2$. En déduire l'épaisseur $\overline{A_1A_2}$ (en μm) du globule rouge.

