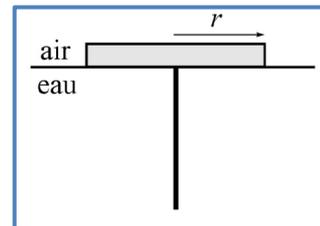


OG1 - Réflexion totale

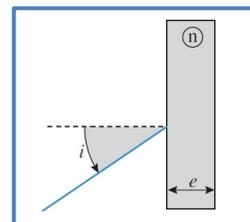
Un bouchon de liège flotteur d'épaisseur négligeable, de rayon r flotte sur l'eau. Au centre de ce bouchon on a planté perpendiculairement au plan du disque une épingle de hauteur h immergée dans l'eau.



- 1°) Quelle doit-être la longueur minimale h_0 pour que la tête de l'épingle soit visible par un observateur placé dans l'air. (On s'aidera d'un schéma détaillé)
- 2°) On suppose $h > h_0$. Montrer que les rayons diffusés par la tête de l'épingle et sortant de l'eau ont une incidence dans l'eau comprise entre deux valeurs que l'on déterminera.

Données numériques :

- $n=1,33$
- $r=10\text{cm}$
- $h=10\text{cm}$



OG2 - Déplacement d'un rayon lumineux

Un rayon lumineux traverse une vitre d'épaisseur e et d'indice n , sous une incidence $i=i_1$. Calculer le déplacement d de ce rayon.

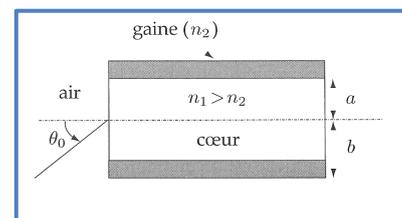
A.N : $i_1=45^\circ$, $n=1,5$ & $e=5\text{mm}$

OG3 - Fibre optique

Une fibre optique est assimilable à un cylindre de révolution d'axe Oz . Elle est constituée d'un cylindre intérieur (le cœur) de rayon a et d'indice n_1 entouré d'une gaine de rayon $(b-a)$ et d'indice n_2 .

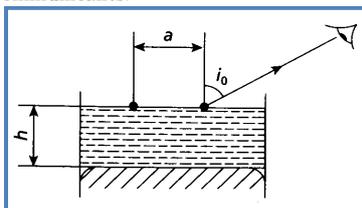
A quelle condition sur θ_0 le rayon sera-t-il guidé par la fibre en restant dans le cœur ? En déduire une valeur limite θ_f de θ_0 .

D.N : $n(\text{air})=1$



OG4 - Mesure de l'indice d'un liquide

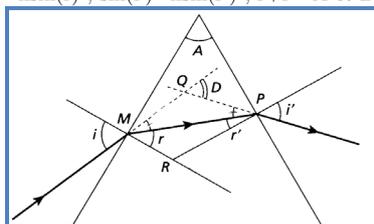
Deux fils parallèles, distants de a , sont maintenus à la surface d'un liquide d'indice n , grâce à des flotteurs (non représentés sur la figure). Le liquide est placé dans un récipient dont le fond est garni de mercure, formant ainsi un miroir plan. Soit h la hauteur du liquide au-dessus du mercure ; cette hauteur est réglable grâce à un dispositif à vases communicants.



On observe un des fils sous une incidence i_0 donnée, et on règle h de façon que l'image de l'autre fil coïncide avec le fil observé. Donner l'expression de n en fonction de i_0, a et h

OG5 - Prisme de petit angle sous faible incidence

1°) Démontrer les relations du prisme : $\sin(i)=n\sin(r)$, $\sin(i')=n\sin(r')$, $r+r'=A$ et $D=i+i'-A$.



2°) Démontrer que pour un faisceau parallèle faisant un petit angle avec la normale à la face d'entrée du prisme de petit angle A on a : $D = (n - 1)A$.

OG6 - Mesure de l'indice d'un liquide

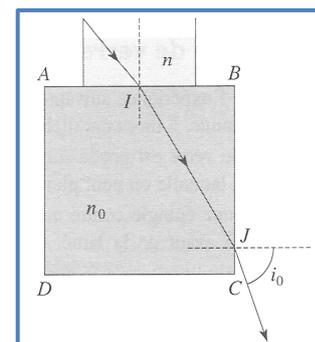
Sur un cube de verre d'indice n_0 , on place une cuve sans fond contenant un liquide d'indice $n < n_0$. En un point I de l'interface liquide verre AB , on fait arriver un faisceau lumineux ayant toutes les directions possibles. Les rayons lumineux pénètrent dans le cube et on considère ceux qui sortent par la face BC .

1°) A quelles conditions sur n , y aura-t-il un faisceau lumineux émergent de la face BC ? (La taille du cube est suffisamment grande pour ne pas limiter le faisceau lumineux.)

2°) Les conditions précédentes étant réalisées, on remarque que le faisceau émergent est limité à sa partie supérieure par un rayon faisant l'angle i_0 avec la normale au dioptré BC . Exprimer i_0 en fonction de n_0 et n .

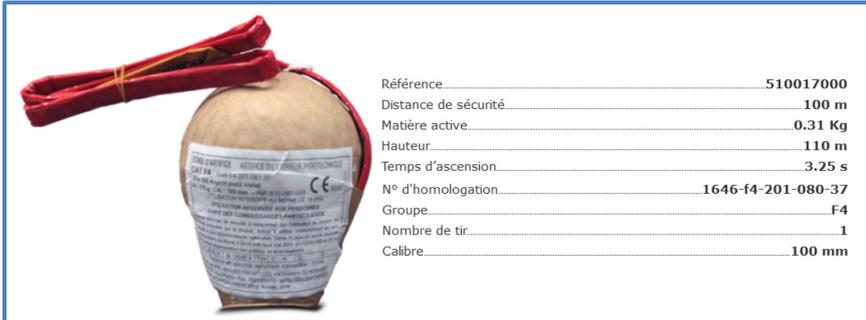
3°) La mesure de i_0 permet de calculer n lorsque l'on connaît n_0 , quels indices n peut-on mesurer ?

Donnée : $n_0 = 1,51$.



OG7 – Feu d'artifice

On s'intéresse dans ce sujet à quelques caractéristiques d'une bombe de feu d'artifice. La distance de sécurité est la distance minimale entre le point de tir de la bombe et les spectateurs. Le calibre correspond au diamètre de la bombe.



1°) Rappeler les lois de Descartes.

2°) Un poisson voit-il le feu d'artifice.

3°) Si oui, Si oui, déterminer la hauteur apparente du feu d'artifice, h_0 , en fonction de la hauteur $h = 110m$, de la distance de sécurité $d = 100m$ et de l'indice optique de l'eau $n = 1,33$ (celui de l'air est égal à 1,00). On considérera que le poisson se situe à la distance de sécurité, juste sous la surface de l'eau.

4°) Conclure sur le stigmatisme du dioptre plan.

OG8 - Méthode de Bessel

On désire projeter l'image d'un petit objet AB sur un écran E, parallèle à AB, situé à la distance D de AB. Pour ce faire, on utilise une lentille mince convergente de centre O et de distance focale $f > 0$.

1°) Montrer que pour obtenir sur E une image de AB, f doit être inférieure à une certaine valeur.

2°) En supposant cette condition réalisée, montrer qu'il y a deux positions possibles pour la lentille.

3°) En quoi diffèrent ces deux positions ?

4°) Démontrer que les deux positions de la lentille sont séparées d'une distance d tel que : $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$.

OG9 - La loupe

Un œil emmétrope observe un objet à travers une lentille de vergence $V = +12,5\delta$. On suppose les conditions de Gauss satisfaites.

- Pour un objet AB situé devant la lentille, entre le foyer F et le centre optique, où se situe l'image ? Est-elle droite ou renversée ?
- L'œil étant placé au voisinage du foyer image F', sous quel angle α' est vu le bord de l'objet de rayon R ? Cet angle dépend-il de la position de l'objet sur l'intervalle $[F, O]$?
- L'œil possède un punctum proximum situé à $d = 25$ cm, dans quel intervalle doit se situer l'objet pour l'accommodation soit possible ? À quelle situation correspond la position de l'objet au foyer F ?
- Rappeler l'ordre de grandeur de la limite de résolution angulaire de l'œil humain et en déduire la dimension plus petits détails de l'objet discernables à l'aide de la loupe.

OG10 - Optique de l'œil

Le cristallin de l'œil est assimilable à une lentille mince de centre optique O, dont la vergence V est variable. L'espace objet est l'air d'indice $n_0 = 1$, et on supposera que l'indice de l'espace image est aussi $n_0 = 1$ (en réalité c'est un milieu assimilable à de l'eau, d'indice $n_1 = 4/3$).

L'image se forme sur la rétine, qui dans la réalité est à la distance $d_{\text{rétine}} = 15$ mm de O mais que l'on considérera à $d = 11$ mm en raison de la différence entre n_0 et n_1 .

1°) Un observateur doté d'une vision "normale" regarde un objet AB placé à 1 m devant lui, et tel que $AB = 10$ cm.

a) Préciser si l'image est réelle ou virtuelle, droite ou renversée.

b) On note $A'B'$ l'image de AB sur la rétine. Calculer le grandissement $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$, et en déduire la taille de l'image $A'B'$.

c) Calculer la vergence V du système.

2°) L'observateur regarde maintenant un objet placé à 25 cm devant lui.

a) Préciser si l'image est réelle ou virtuelle, droite ou renversée.

b) Calculer la variation de la vergence par rapport à celle de la question (c) ainsi que la taille

de l'image.

3°) On s'intéresse maintenant à un individu myope, qui possède donc un cristallin trop convergent. Lorsqu'il regarde à l'infini, l'image se forme à 0,5 mm en avant de la rétine (située à $d = 11$ mm de O). Pour corriger ce problème, cette personne est dotée de lunettes dont chaque verre est assimilé à une lentille mince de vergence V' constante et de centre optique O', placé à $l = 2$ cm de O.

a) Calculer la vergence V' des verres de lunettes.

b) L'individu observe un objet situé à 1 m devant lui. Calculer la position de l'image intermédiaire ainsi que le grandissement de l'ensemble (lunette-cristallin).

OG11 - Aberrations chromatiques d'une lentille simple

On caractérise la dispersion d'un matériau à l'aide de trois longueurs d'onde : la raie rouge de l'hydrogène notée raie C ($\lambda_C=656,3$ nm), la raie jaune du sodium notée raie D ($\lambda_D=587,6$ nm) et la raie bleu-vert de l'hydrogène notée raie F ($\lambda_F=486,1$ nm). Le pouvoir dispersif n du matériau est donné par la relation : $\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$ (ν est appelée constringence) où n_C , n_D et n_F sont les indices du matériau pour les raies C, D et F. La vergence V d'une lentille dépend de l'indice par la relation : $V = (n-1)A$ où A est uniquement une caractéristique géométrique de la lentille.

On cherche à obtenir un système achromatique à l'aide de deux lentilles.

1°) On accole deux lentilles de vergence V_1 et V_2 . Etablir que le système est équivalent à une lentille dont on précisera les caractéristiques.

2°) Une lentille possède une distance focale $f_D=30$ cm et son pouvoir dispersif vaut : $\nu = 50$.

Calculer l'écart $f'_C - f'_F$. On justifiera les éventuelles approximations.

3°) Quelles sont les conséquences de cet écart ?

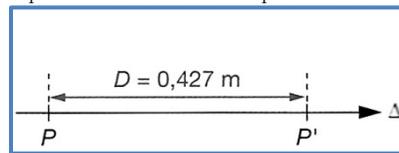
4°) A quelle condition les foyers des raies C et F sont-ils confondus ?

5°) A-t-on une lentille achromatique ? Justifier.

6°) On souhaite une lentille de focale moyenne 50 cm avec deux verres caractérisés par $\nu_1 = 30$ et $\nu_2=60$. Quelles doivent être les focales des lentilles à utiliser ?

OG12 - Grandisseur-Réducteur d'image

On étudie un système de projection et reproduction de documents. L'original, situé dans le plan P , est considéré comme l'objet et un système optique en forme d'une image, sur une vitre plane dans le plan P' . La distance D séparant les deux plans parallèles P et P' est fixée : $D = 0,427$ m.

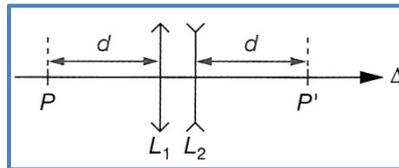


1 - Dispositif à une lentille

Pour obtenir une image de même taille que l'objet (valeur absolue du grandissement égale à 1), peut-on utiliser une unique lentille ? Convergente, divergente ? Si oui, préciser position et distance focale.

2 - Association de deux lentilles

On utilise en réalité un ensemble de 2 lentilles : une lentille L_1 convergente et une lentille L_2 divergente. L_1 est située à $d = 0,20$ m de P et L_2 à $d = 0,20$ m de P' . On donne la distance focale de L_2 : $f_2 = -0,10$ m.



- Dans quel plan doit se trouver l'image $\overline{A_1B_1}$ donnée de l'objet \overline{AB} par L_1 ?
- Quelle valeur donner à la distance focale f_1 ?
- Calculer le grandissement de l'association L_1 - L_2 pour l'objet \overline{AB} .

3 - Grandissement variable

- Proposer une association donnant le grandissement 1/ (objet et image restent en P et P').
- On remplace la lentille L_1 par une association de deux lentilles accolées : L_2 et L_3 . Déterminer f_3 .
- Montrer qu'une association formée de deux lentilles fixes L_2 et d'une lentille mobile L_3 permet d'obtenir les grandissements et 1/ par simple déplacement de L_3 .

OG13 – Les jumelles s'en mêlent

Pour observer la Lune et ses reliefs, Jupiter et ses satellites, ainsi que beaucoup d'autres objets diffus de la voûte étoilée, une bonne paire de jumelles peut suffire. Pour que les jumelles soient adaptées à une observation astronomique, leur grossissement doit être de $\times 10$ ou plus et les jumelles doivent disposer d'une ouverture assez importante.

Chaque jumelle de la paire fonctionne sur le principe de la lunette astronomique avec un objectif et un oculaire coaxiaux. Notons que dans chaque jumelle sont installés des prismes qui permettent de compacter l'instrument et de redresser l'image mais nous n'en tiendrons pas compte ici.

La fiche technique des jumelles indique les caractéristiques suivantes :

Grossissement (valeur absolue)	15
Diamètre de l'objectif	70 mm
Pupille de sortie	4,7 mm
Dégagement oculaire	18 mm



1°) Faire un schéma d'une seule jumelle de la paire (avec un objectif et un oculaire) en fonctionnement afocal et déterminer l'expression du grossissement d'une jumelle en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire.

2°) Indiquer alors graphiquement le diamètre de la pupille de sortie (aussi appelé cercle oculaire) qui est l'image de l'objectif par l'oculaire. Pourquoi a-t-on intérêt à placer son œil au niveau du cercle oculaire ?

3°) Le constructeur appelle dégagement oculaire, la distance entre l'œil et l'oculaire lorsque l'œil est posé sur l'ocillon en caoutchouc en position normale.

- Déterminer la distance focale de l'objectif et de l'oculaire.
- Vérifier que la taille de la pupille de sortie est cohérente avec la donnée du constructeur.
- À quoi sert la possibilité de rabattre les œillets des jumelles ? (voir figure 2)