



Thème : Optique géométrique (révisions de PCSI)

Mardi 1er octobre 2024

### OP004 – Diamètres apparents

Données	Périastre (km)	Apoastre (km)
Distance Terre-Lune	$363.10^3$	$405.10^3$
Distance Terre-Soleil	$147.10^6$	$152.10^6$

Rayons des astres :  $R_T = 6,37.10^3$  km ;  $R_L = 1737$  km ,  $R_S = 696.10^3$  km.

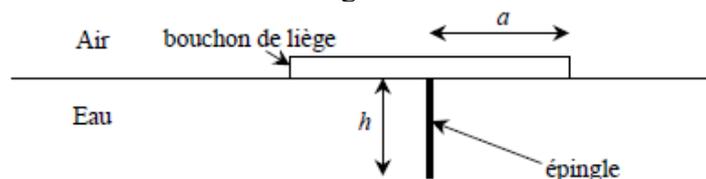
Déterminer les diamètres apparents extrêmes du Soleil et de la Lune. Conclure quant à la possibilité des éclipses solaires.

Réponses :  $0,496^\circ < \alpha_L < 0,552^\circ$  ;  $0,524^\circ < \alpha_S < 0,542^\circ$  Il existe ( $\alpha_L$  ;  $\alpha_S$ ) tels que  $\alpha_L > \alpha_S$  donc des éclipses possibles

### OP006 - L'épingle cachée

On notera  $n$  l'indice de réfraction de l'eau. On donne  $n = 1,33$ .

1 - On plante une épingle au centre d'un bouchon de liège en forme de disque de rayon  $a$ . On fait flotter le bouchon sur de l'eau l'épingle vers le bas. Le bouchon de liège s'enfonce d'une profondeur négligeable dans l'eau. L'épingle dépasse du bouchon d'une longueur  $h$ .



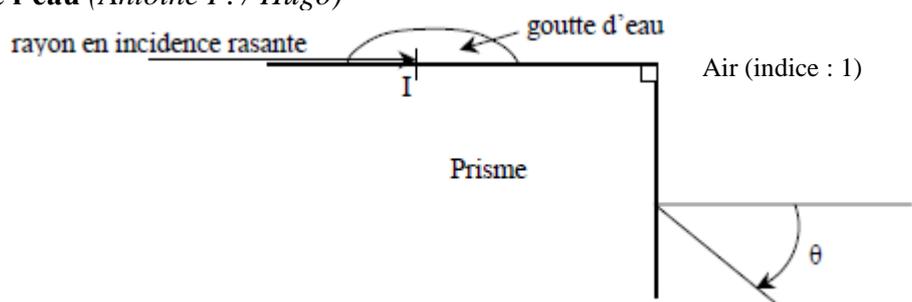
On observe depuis un point situé au-dessus de l'eau. Si la longueur  $h$  n'est pas trop grande, on constate qu'il est impossible de voir l'épingle, quelle que soit la position de l'observateur au-dessus de l'eau. Expliquer le phénomène.

2 - Calculer la longueur maximale  $h_0$  de  $h$  pour que l'épingle soit absolument invisible depuis l'air. Le rayon du disque vaut  $a = 3,0$  cm .

### OP010 - Indice de réfraction de l'eau (Antoine P. / Hugo)

On cherche à mesurer l'indice de réfraction de l'eau par le principe du réfractomètre de Pulfrich.

On dépose une goutte d'eau sur la face supérieure d'un prisme d'angle au sommet  $90^\circ$ .



On éclaire cette goutte d'eau en lumière monochromatique en prenant bien soin qu'elle soit éclairée en incidence rasante.

À l'aide d'un oculaire, on observe derrière l'autre face du prisme.

L'indice de réfraction du verre constituant le prisme est  $N = 1,625$ . Celui de l'air est  $1$ .

1 - Dessiner la marche du rayon lumineux rasant se réfractant en  $I$  et émergeant du prisme.

2 – Rappeler les conditions de réflexion totale d'un rayon lumineux par un dioptré séparant deux milieux d'indices  $n_1$  et  $n_2$ .

3 – Appliquer ces conditions au dispositif en considérant que le rayon rasant doit pénétrer dans le prisme et que le rayon émergent doit exister.

En déduire un encadrement de l'indice  $n$  que cet appareil permet de mesurer.

4 – On mesure  $\theta = 68,3^\circ$  pour l'eau. En déduire son indice  $n_{eau}$  .

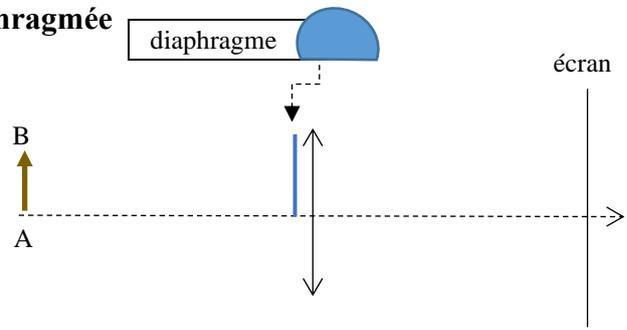


### OP008 – Formation d’image par une lentille diaphragmée

On forme sur un écran, l’image d’un objet AB à l’aide d’une lentille convergente.

On place devant la lentille un diaphragme qui occulte la moitié de celle-ci.

Comment est modifiée l’image ?



### OP002 – L’œil

a) Rappeler les distances limites de vision *distincte* pour un œil normal (œil emmétrope) et les noms des positions correspondantes de l’objet. Définir le terme d’accommodation. Dans les deux configurations précédentes quelle est celle qui occasionne une accommodation maximale/minimale pour l’œil.

b) L’œil est assimilé à l’association d’une lentille convergente de vergence ajustable (le cristallin) et d’un écran plan (la rétine) distants de  $d = 15 \text{ mm}$ .

Déterminer les distances focales extrêmes du cristallin dans les deux configurations précédentes.

Réponses : a) Punctum proximum à 25 cm ; Punctum rémoum à l’infini. b)  $f > 14 \text{ mm}$  ;  $f > 15 \text{ mm}$

### OP014 - Doublets de lentilles convergentes

a) On considère l’association de deux lentilles minces de distances focales  $f'_1 = 4a$  et  $f'_2 = 2a$  et distantes de  $e = 3a$  ( $a > 0$ ).

Trouver par construction les **foyers** objet et image **de ce système**. On prendra soin de tracer les chemins complets des rayons traversant le système.

b) Une lunette astronomique est un système optique **afocal**. Définir ce terme.

On considère l’exemple de la lunette de Galilée constituée de deux lentilles minces (objectif et oculaire) de distances focales :  $f'_1 = 50 \text{ cm}$  et  $f'_2 = -5 \text{ cm}$ .

Déterminer par construction l’encombrement de cette lunette, c'est-à-dire la distance entre les lentilles.

Déterminer le grossissement (ou grandissement angulaire) de cette lunette.

### ★ OP012 : Doublet convergente-divergente (Dante)

$L_1$  est une lentille convergente de distance focale image

$$f'_1 = 4 \text{ cm}$$

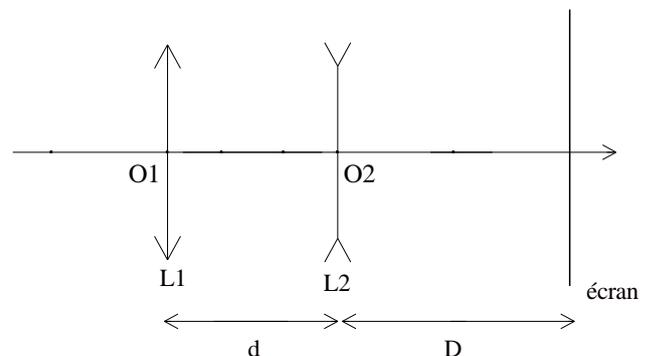
$L_2$  une lentille divergente de distance focale image

$$f'_2 = -5 \text{ cm}.$$

On observe un objet à l’infini.

a) Où se situe l’image qu’en donne ( $L_1$ ) ,

b) Qualitativement, comment placer ( $L_2$ ) pour obtenir une image finale réelle sur l’écran ?



c) Effectuer la construction de rayons issus de l’objet à l’infini dont l’image est sur l’écran placé à la distance  $D$

d) On impose  $D = 7,5 \text{ cm}$ . Calculer  $d$  pour avoir une image nette sur l’écran d’un objet situé à l’infini ?

$d$  est maintenant fixée à la valeur calculée précédemment.

e) Déterminer de combien il faut translater l’écran pour observer nettement l’image d’un objet se trouvant en avant de ( $L_1$ ) à une distance  $X = 2 \text{ m}$ .

### OP016 – Focométrie des lentilles par la Méthode de Bessel (Karl / Ekain)

La distance  $D$  entre l'objet et l'écran est maintenue constante et  $D > 4f'$

( $f'$  : distance focale de la lentille étudiée)

On appelle  $x = \overline{OA}$  l'abscisse (algébrique !) de l'objet réel par rapport à la lentille convergente choisie, son centre optique étant pris comme origine.

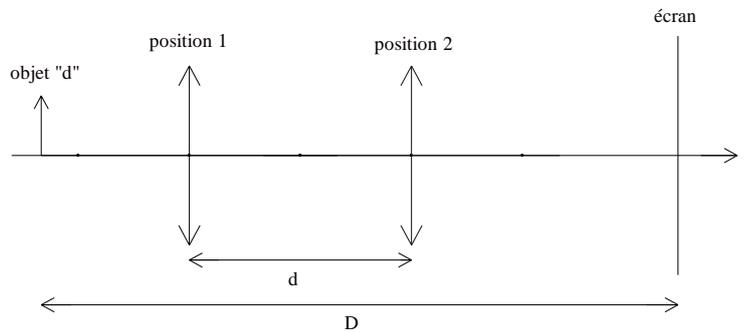
On appelle  $D = \overline{AA'}$  la distance objet-écran.

1 - Déterminer  $D(x)$ .

2 - Tracer l'allure de son graphe en précisant les asymptotes et les coordonnées de l'extremum.

Surligner la partie du graphe concernant des conjugués tous deux réels.

Remarquer sur la partie surlignée du graphe précédent qu'il existe deux valeurs de  $x$ ,  $x_1$  et  $x_2$  de l'abscisse de l'objet donc deux positions de la lentille, lesquelles on en obtient une image nette.



A quelle condition sur  $D$  ?

Vérifier que  $x_1 + x_2 = -D$

3 – Déterminer la relation entre le grandissement  $\gamma_1$  relatif à la position  $x_1$  et le grandissement  $\gamma_2$  relatif à la position  $x_2$  ?

On pose  $d = x_1 - x_2 = \overline{O_1A} - \overline{O_2A} = \overline{O_1O_2}$

4 – Déterminer l'expression de  $f'$  en fonction de  $d$  et de  $D$ .

### OP022 - Principe d'une lunette astronomique

Une lunette astronomique est schématisée par deux lentilles minces convergentes, l'une  $L_1$  (objectif) de distance focale  $f_1 = 50 \text{ cm}$ , l'autre, l'autre  $L_2$  (oculaire) de distance focale  $f_2 = 2 \text{ cm}$ .

1 - Faire le schéma de la lunette lorsqu'elle est réglée à l'infini (c'est à dire qu'elle permet de voir sans fatigue un objet à l'infini. L'image finale se forme donc aussi à l'infini). Dessiner la marche d'un faisceau lumineux issu d'un point situé à l'infini (hors de l'axe optique). Quel est le grandissement angulaire (**grossissement**) de la lunette (rapport de l'angle sous lequel l'image est vue à travers la lunette à l'angle sous lequel l'objet est vu à l'œil nu) ?

2 - La lunette décrite ci-dessus donne une image renversée par rapport à l'objet. Pour observer des objets terrestres, on désire redresser cette image. Pour cela on interpose entre  $L_1$  et  $L_2$  une lentille convergente  $L_3$  de distance focale  $f_3 = 2 \text{ cm}$  (véhicule) et donnant de l'image fournie par l'objectif une image réelle, renversée par rapport à la première et trois fois plus grande : l'oculaire est déplacé pour donner de cette nouvelle image une image définitive située à l'infini.

Quelle doit être la position de la lentille intermédiaire ? Quels sont la nouvelle longueur de la lunette et son nouveau grandissement angulaire ?

Dessiner la marche d'un faisceau lumineux issu d'un point situé à l'infini ?

### OP024 – Microscope (Théophane / Tancrede)

Un microscope est constitué d'un objectif de distance focale  $f'_1 = 1,75 \text{ cm}$  et d'un oculaire de distance focale  $f'_2 = 2,50 \text{ cm}$ . Dans le plan focal de l'oculaire est placé un micromètre ( $M_2$ ) gradué en dixième de millimètre. Afin d'estimer les caractéristiques du microscope, un observateur place sur la platine du microscope un micromètre ( $M_1$ ) gradué en centième de millimètres. A travers le microscope il voit à l'infini l'image du micromètre ( $M_1$ ). Il constate que *119 divisions* de ( $M_1$ ) recouvrent *95 divisions* de ( $M_2$ ).

1 - Quel est le grandissement de l'objectif ?

2 - Quelle est la distance  $\Delta$  du foyer image de l'objectif au foyer objet de l'oculaire ?

3 - A l'œil nu l'observateur verrait par exemple *100 divisions* de ( $M_1$ ) à *25 cm* de son œil sous l'angle  $\alpha_0$ . A travers le microscope, il les voit sous l'angle  $\alpha$ . Calculer le grossissement commercial  $G = \frac{\alpha}{\alpha_0}$ .