

EXERCICES REVISIONS D'OPTIQUE GEOMETRIQUE

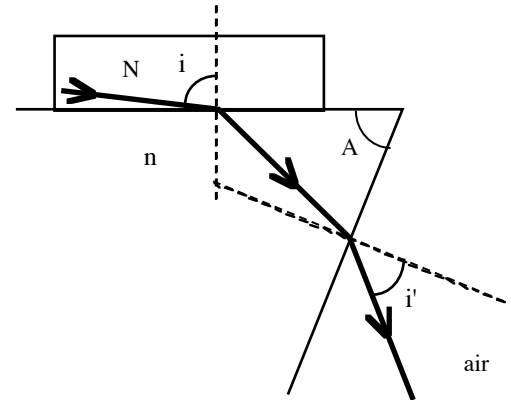
Exercice 1 : Principe du réfractomètre de Pulfrich.

On pose sur un prisme d'indice n un bloc transparent d'indice N . Un rayon lumineux traversant ce bloc arrive sur le prisme avec un angle incidence i puis ressort dans l'air avec l'angle i' .

1°) Déterminer la relation qui relie i , i' , n , N et A .

2°) Le rayon arrive sur le prisme en incidence rasante. Calculer N sachant que $A = 90^\circ$, $n = 1,732$ et $i' = 30^\circ$.

3°) Le rayon arrivant toujours en incidence rasante, et en prenant pour N et n les valeurs du 2°), déterminer i' pour $A = 60^\circ$.



Exercice 2 : Milieu d'indice variable.

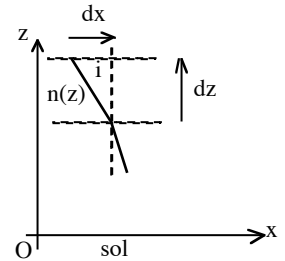
L'atmosphère est assimilée à un milieu d'indice de réfraction variable avec l'altitude z : $n(z)$.

$n(0) = n_0$ et $n \rightarrow 1$ lorsque $z \rightarrow +\infty$.

1°) En considérant l'atmosphère comme étant constituée d'un empilement de fines couches d'indices constants, expliquez de manière qualitative le comportement d'un rayon lumineux s'y propageant.

2°) On considère un rayon se propageant dans le plan vertical (Oxz). Soit α l'angle d'incidence du rayon au niveau du sol et i l'angle d'incidence à l'altitude z .

Montrer que : $\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + 1 = \left(\frac{n}{n_0 \sin \alpha}\right)^2$



3°) On suppose que l'indice de réfraction varie selon la loi : $n^2(z) = n_0^2 - k.z$.

En déduire la trajectoire du rayon lumineux.

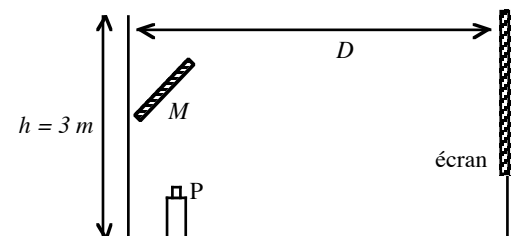
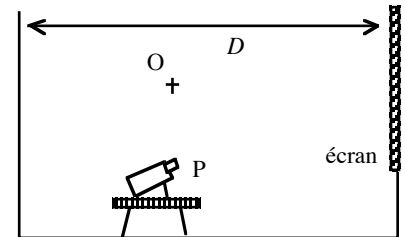
Exercice 3 : Home Cinema.

1°) Un modèle de vidéoprojecteur P, assimilé à une lentille convergente, projette l'image créée par une « matrice » LCD rectangulaire. On souhaite installer un vidéoprojecteur dans les conditions présentées sur le schéma ; pourquoi faut-il choisir un modèle pourvu d'une « correction de trapèze » ? Dans la suite, on raisonnera comme si la lentille de projection était en O.

2°) La distance maximale à l'écran est $D = 3,5$ m. On veut une image de largeur 2 m à partir d'un projecteur « 16/9e » dont la matrice LCD a pour largeur $L = 12$ mm. On vous propose deux modèles qui diffèrent essentiellement par leurs distances focales respectives : $f_1 = 15$ mm et $f_2 = 25$ mm. Quel modèle faut-il choisir ?

3°) Pour que le spectateur voit une « belle » image, il ne doit pas distinguer les pixels individuellement. sachant que les matrices LCD des deux projecteurs comportent 854×480 pixels et que le pouvoir séparateur de l'œil humain est de l'ordre d'une minute d'angle ($3 \cdot 10^{-4}$ rad), la projection prévue sera-t-elle de bonne qualité ?

4°) Le manque de recul dans la pièce utilisée conduit à réaliser la projection voulue en passant par l'intermédiaire d'un miroir M à 45° , selon la figure ci-contre. Schématiser le trajet des rayons issus de P. Est-il possible d'utiliser le vidéoprojecteur non retenu à la question 2°) et dans quelles conditions ?



Exercice 4 : Etude graphique de l'association d'une lentille et d'un miroir.

Un doublet est représenté sur la figure en annexe. Il comporte une lentille L_3 de centre O_3 et un miroir M_4 de sommet S_4 . Sur la gauche un rayon incident pénètre dans le système et après réflexion sur le miroir il se déplace, comme indiqué sur la figure. Un carreau correspond à un centimètre.

- 1°) Soient F_3 et F'_3 les foyers objet et image de la lentille L_3 , F_4 le foyer objet du miroir M_4 et C_4 le centre de ce même miroir. Trouver graphiquement la position des points F_3 , F'_3 , F_4 et C_4 . Préciser les valeurs algébriques $\overline{O_3F'_3}$ et $\overline{S_4F_4}$.
- 2°) La lentille L_3 est-elle convergente ou divergente ? Le miroir M_4 est-il convergent ou divergent ?
- 3°) Compléter la construction du trajet du rayon lumineux à travers le système.

Exercice 5 : Téléobjectif.

L'objectif d'un appareil photo est assimilable à une lentille convergente L_1 de distance focale $f'_1 = 20$ cm. La pellicule utilisée est de type 24×36 .

On photographie un immeuble de hauteur $h_0 = 30$ m, situé à la distance $d = 1$ km de l'objectif.

- 1°) A quelle distance de l'objectif faut-il placer la pellicule ? Quelle est la hauteur h_1 de l'image obtenue ? Conclure sur la qualité de la photo.
- 2°) On place en arrière de la lentille L_1 , à la distance $e = 15,5$ cm, une lentille divergente L_2 de distance focale $f'_2 = -10$ cm, l'ensemble constituant un téléobjectif. Déterminer la distance qui sépare la lentille L_1 de la pellicule lorsqu'on a fait le point. Que représente cette distance ? Calculer la hauteur h_2 de l'image obtenue et préciser l'intérêt du dispositif.
- 3°) Représenter la marche à travers le téléobjectif d'un faisceau parallèle incliné d'un angle α par rapport à l'axe optique. En supposant que les deux lentilles ont le même rayon $R = 3$ cm, déterminer l'angle α_M au delà duquel le faisceau ne forme plus d'image sur la pellicule.

Exercice 6 : Lunette astronomique et lunette de Galilée.

Une lunette astronomique est constituée de deux lentilles minces convergentes : l'objectif (L_1) de distance focale $f'_1 = 50$ cm et l'oculaire (L_2) de distance focale $f'_2 = 1$ cm.

- 1°) Quelle doit être la distance entre (L_1) et (L_2) lorsqu'on règle la lunette à l'infini.
- 2°) Exprimer puis calculer le grandissement angulaire (ou grossissement) défini comme le rapport entre l'angle θ' sous lequel on observe un objet à travers la lunette et l'angle θ sous lequel on l'observerait à l'œil nu.
- 3°) La monture de l'objectif a un diamètre de 10 cm. Déterminer l'image de la monture (appelée cercle oculaire).

On veut maintenant observer des objets terrestres. On remplace alors l'oculaire par une lentille divergente (L_3).

- 4°) Exprimer puis calculer le grossissement à travers cette lunette. Conclure.
- 5°) On veut observer distinctement deux points distants de 5 cm sur un objet situé à 1 km de la lunette. Quelle doit être la valeur de la distance focale f'_3 de (L_3) sachant que l'œil ne peut distinguer deux points que si leur distance apparente est supérieure à $\varepsilon = 5 \cdot 10^{-4}$ rad.

Exercice 7 : Système catadioptrique.

On considère le système optique formé par une lentille convergente L , de distance focale f' , et d'un miroir plan M placé à une distance D après la lentille.

- 1°) Déterminer par construction, puis par le calcul, l'image d'un objet placé devant la lentille, à la distance D , avec $D = f' / 2$.
- 2°) Déterminer la position d'un point objet réel qui serait confondu avec son image, dans le cas où $D = 2f'$. Faire un schéma de la situation.

FIGURE 3

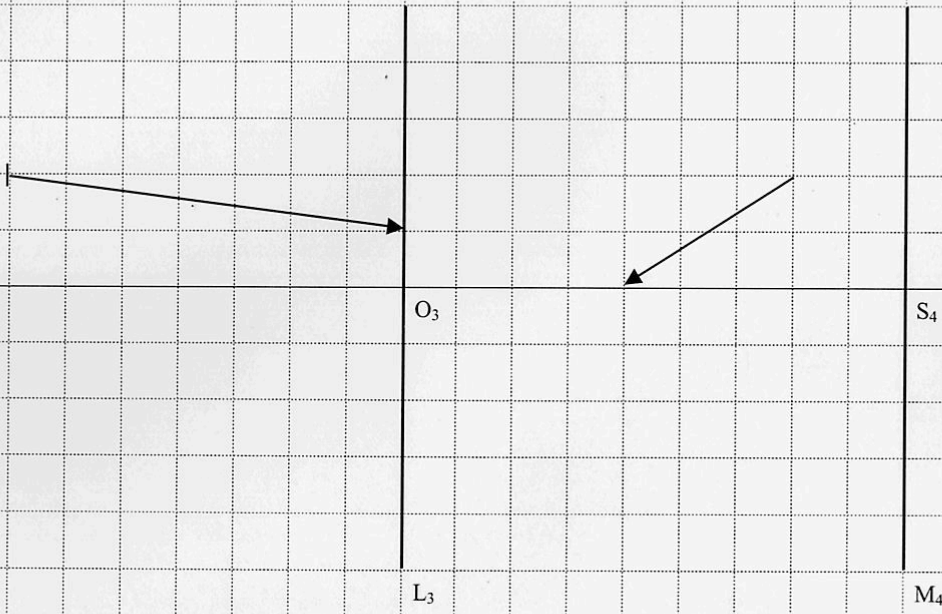


FIGURE 3

