

## Chapitre 3. Lentilles convergentes

### Exercices

#### Exercice 1 : Construire une image

Un objet MN de hauteur 6 cm est placé perpendiculairement à l'axe d'une lentille convergente de vergence 8 dioptries. Le point M est situé sur l'axe optique. La distance objet - lentille vaut 20 cm.

1. Schématiser la situation en adoptant l'échelle 1 / 4.
2. Déterminer graphiquement la position du point image N' conjugué du point objet N en rappelant les règles utilisées.
3. Construire l'image M'N' de l'objet MN.
4. Caractériser l'image M'N' c'est-à-dire indiquer si elle est réelle ou virtuelle, droite ou renversée, rétrécie ou agrandie.
5. Mesurer sa position OM' et sa taille M'N'.

#### Exercice 2 : Relations de conjugaison et de grandissement

A partir de l'énoncé de l'exercice précédent, déterminer par le calcul :

1. la position de l'image M'N'
2. la taille de l'image M'N'.

Comparer ces résultats au schéma de l'exercice 1.

#### Exercice 3 : Observer le soleil

Un étudiant observe l'image du soleil à travers une lentille convergente de 5,0 δ sur une feuille de papier.

1. Schématiser la situation et déterminer graphiquement la position de l'image obtenue si le centre du Soleil est placé sur l'axe optique.
2. A quelle distance cet étudiant doit-il placer la feuille de papier par rapport à la lentille pour observer des contours nets de l'image du soleil ?

#### Exercice 4 : Verres de lunettes

Sur un site internet concernant des verres de lunettes, on peut lire les informations ci-contre.

1. Ce verre est-il organique ou minéral ?
2. Peut-on l'utiliser pour des lunettes de soleil ?
3. A quelle vitesse la lumière se propage-t-elle dans ce verre ?
4. Que signifie l'indication « coupure U.V. : 385 nm » ?
5. Quelle est la valeur minimale de la distance focale des verres convergents que l'on peut fabriquer avec ce verre ?

<b>Verres TILIUM</b>	<b>Caractéristiques matière</b>
- Verre polycarbonate	Indice : 1,59
- Verre blanc	Masse volumique :
- Traité antirayure	1,20 g . cm <sup>-3</sup>
systematique	Coupure U.V. : 385 nm
<b>Gamme</b>	
Gamme de stock : - 6,00 à + 4,00 dioptries	

#### Exercice 5 : Cheminement d'un rayon lumineux

Un rayon lumineux ne passant pas par le centre optique et faisant un angle de 10° avec l'axe optique pénètre dans une lentille convergente de distance focale 20 cm. Il s'agit de tracer le rayon sortant de la lentille (rayon émergent).

1. Prendre un point P sur le rayon : ce point sera considéré comme un point-objet. Déterminer graphiquement la position de son point conjugué P'.
2. Tracer le rayon émergent(c'est-à-dire qui sort de la lentille).

## Exercice 6 : Montage d'optique

Au cours d'une séance de TP, les élèves placent un objet lumineux de hauteur 2,0 cm à l'extrémité d'un banc d'optique au niveau de la graduation 0. Le professeur leur demande de disposer une lentille mince convergente de distance focale 20,0 cm, à 50,0 cm de l'objet lumineux. Les élèves déplacent alors l'écran afin d'obtenir l'image de l'objet lumineux formée par la lentille.

1. Indiquer la graduation à laquelle les élèves vont placer l'écran afin de voir l'image.
2. Réaliser la construction graphique afin de vérifier la position de l'écran.
3. Calculer le grandissement et caractériser l'image.
4. Déterminer la taille de l'image observée sur l'écran.

## Exercice 7 : Photographier avec un smartphone

Les smartphones actuels sont équipés d'un appareil photographique numérique performant. L'objectif de l'appareil est une lentille liquide dont la distance focale peut varier sous l'effet d'une tension électrique. Il n'y a pas de déplacement de la lentille pour effectuer la mise au point.

On considère un appareil photographique d'un smartphone, qui possède une lentille liquide dont la distance focale  $f'$  peut varier entre 5,5 mm et 6,0 mm.



1. ☆ En utilisant la relation de conjugaison, montrer que la distance focale doit diminuer pour que l'image reste sur le capteur (écran) lorsque l'objet se rapproche.
2. ☆ Déterminer la distance (fixe) qui sépare l'objectif du capteur.

Aide : Considérer un objet situé à grande distance du smartphone.

Pour la suite, on considérera que le capteur est situé à 6,0 mm de l'objectif.

Soit AB l'objet, situé à une distance quelconque, que l'on souhaite photographier.

3. Quelle est la valeur de  $OA''$  ?
4. Si cet objet est situé loin de l'appareil photo, quelle sera la valeur de la distance focale  $f'$  ? Justifier rigoureusement.

Au contraire, pour une distance focale minimale, il est possible de photographier un objet de très près.

5. Calculer la distance minimale de prise de vue (c'est-à-dire la distance minimale de l'objet par rapport au smartphone pour pouvoir en avoir une image nette).

## Exercice 8 : Utiliser une loupe

Une loupe est constituée d'une lentille convergente de 10 δ. Un philatéliste souhaite observer sur un timbre des détails dont les dimensions sont de l'ordre de 1/10 de mm.

1. Déterminer par le calcul la position et la taille de l'image A'B' d'un objet de 0,1 mm situé sur l'axe optique, perpendiculairement à celui-ci, lorsque :
  - a) l'objet est situé à 7,0 cm du centre optique de la lentille
  - b) l'objet est situé à 9,8 cm du centre optique de la lentille.



L'angle sous lequel un objet est vu peut être calculé, pour un objet suffisamment éloigné, par la formule  $\theta = d / D$  où  $d$  est la dimension de l'objet et  $D$  la distance à laquelle il se situe.  $\theta$  s'exprime alors en radian (rad).

2. ☆ Calculer l'angle  $\theta$  sous lequel le philatéliste voit, à l'œil nu, le détail de 0,1 mm lorsque celui-ci est situé à 20 cm de ses yeux.

Avec sa loupe, le philatéliste place son œil au foyer  $F'$  de la lentille.

3. ☆ Calculer pour la situation a) et pour la situation b) les angles d'observation  $\theta'_a$  et  $\theta'_b$  sous lesquels le philatéliste voit les détails à travers sa loupe (en s'aidant de schémas).

Le grossissement est le rapport de l'angle  $\theta'$  sous lequel est vue l'image à l'angle  $\theta$  sous lequel est vu l'objet à l'œil nu :  $G = \theta' / \theta$ .

4. ☆ Calculer dans les deux cas a) et b) le grossissement  $G$ .
5. ☆ Quelle est la condition d'observation la plus favorable ?

### **Exercice 9 : ☆ Point objet situé sur l'axe de la lentille.**

On cherche à déterminer graphiquement la position du point image  $A'$  d'un point objet  $A$  situé à 5 cm sur l'axe optique d'une lentille de vergence  $10 \delta$ .

1. Les rayons incidents particuliers utilisés pour trouver la position de l'image sont-ils utiles dans cette configuration?

On considère un rayon incident quelconque passant par  $A$ .

Pour trouver le rayon lumineux émergent de la lentille, on peut considérer que ce rayon incident quelconque provient d'un point objet  $I$  situé à l'infini.

2. Déterminer graphiquement la position du point image  $I'$ .
3. En déduire le rayon émergent associé au rayon incident passant par  $A$  et la position du point image  $A'$ .

### **Exercice 10 : Œil myope**

Un œil myope de profondeur 15,0 mm possède une vergence minimale de 67,7 dioptries lorsque son cristallin est détendu, et une vergence maximale de 70,8 dioptries lorsque le cristallin est bombé au maximum.

1. A quelle distance du cristallin se situe la rétine ?
2. A quelle distance maximale se trouvent les objets distinctement observables par cet œil (c'est-à-dire lorsqu'il n'accomode pas) ?
3. A quelle distance minimale de l'œil se trouvent au contraire les objets les plus proches observables ?

### **Exercice 11 : Œil hypermétrope**

Le punctum proximum d'un œil hypermétrope est situé à 26,0 cm de son centre optique ; son punctum remotum est situé à l'infini. La profondeur de l'œil est de 15,0 mm.

1. Calculer ses vergences extrêmes pour un objet situé au punctum proximum et pour un objet situé au punctum remotum.