Lentilles convergentes — Exercices Physique 10e HarmoS

Exercice 1

Reconnaissance, foyers et vergence :

1. Comment reconnaît-on une **lentille convergente** au toucher (forme des bords par rapport au centre) et en regardant un texte imprimé tout près de la lentille ? Quel est son symbole normalisé en optique ?
2. Définir le **foyer image** F' et la **distance focale** f d'une lentille convergente.
3. Calculer la **vergence** $C = \frac{1}{f}$ (en dioptries, δ) de deux lentilles convergentes de distances focales $f_1 = 20$ cm et $f_2 = 50$ cm. Laquelle fait le plus converger la lumière ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 2

Les 3 rayons particuliers d'une lentille convergente : On place un objet lumineux vertical AB (avec A sur l'axe optique et B au-dessus) devant une lentille mince convergente de centre optique O, de foyer objet F et de foyer image F'.

1. Énoncer la marche exacte des 3 **rayons particuliers** issus du point objet B :
   - le rayon parallèle à l'axe optique ;
   - le rayon passant par le centre optique O ;
   - le rayon passant par le foyer objet F.
2. Comment obtient-on l'image B' de B, puis l'image A' de A ? Que se passe-t-il si l'objet AB est placé exactement dans le **plan focal objet** (à la distance $p = f$) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 3

Formation d'une image réelle (cas $p > 2f$) : Un objet lumineux AB de hauteur $h = 4{,}0$ cm est placé à la distance $p = 60$ cm devant une lentille convergente de distance focale $f = 20$ cm.

On utilise la relation de conjugaison des lentilles minces (convention des distances algébriques : $p > 0$ devant la lentille, $p' > 0$ derrière la lentille, $f > 0$ pour une lentille convergente) :

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \qquad \text{et} \qquad \gamma = \frac{h'}{h} = -\frac{p'}{p}$$

1. Calculer la position p' de l'image $A'B'$ par rapport à la lentille.
2. Calculer le grandissement γ et la hauteur h' de l'image.
3. L'image est-elle **réelle ou virtuelle**, **droite ou renversée**, **plus grande ou plus petite** que l'objet ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 4

Montage $2f$–$2f$ et projecteur de diapositives ($f < p < 2f$) : Une lentille convergente a une distance focale $f = 15$ cm.

1. On place un objet de hauteur $h = 3{,}0$ cm à $p = 30$ cm devant la lentille (soit exactement à $2f$). Calculer p' et h'. Que remarque-t-on ?
2. On rapproche ensuite une diapositive ($h = 2{,}4$ cm) à la distance $p = 20$ cm devant cette même lentille. Où doit-on placer l'écran pour obtenir une image nette, et quelle sera sa hauteur ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 5

Fonctionnement de la loupe (image virtuelle, $p < f$) : Un horloger utilise une loupe (lentille convergente de distance focale $f = 12$ cm) pour examiner un engrenage de hauteur $h = 2{,}0$ mm placé à $p = 8{,}0$ **cm** devant la loupe.

1. Expliquer graphiquement pourquoi les rayons qui sortent de la lentille divergent et ne peuvent pas former d'image sur un écran.
2. Calculer la position algébrique p' de l'image, son grandissement γ et sa hauteur h'.
3. Conclure sur les trois propriétés de l'image vue à travers la loupe.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 6

Problème inverse — Déterminer la distance focale d'une lentille :

1. On place une bougie à une distance $p = 30$ cm d'une lentille convergente, et l'on recueille une image nette et renversée sur un écran situé à $p' = 60$ cm derrière la lentille. Calculer la distance focale f et la vergence C de cette lentille.
2. *Méthode d'autocollimation / soleil :* Un élève fait converger les rayons du Soleil (objet considéré à l'infini, $p \to +\infty$) sur une feuille de papier et obtient un minuscule point lumineux très brillant à 12,5 cm derrière une autre lentille. Quelle est la distance focale de cette seconde lentille ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 7

Problème avec grandissement imposé : On dispose d'une lentille convergente de distance focale $f = 25$ cm. On souhaite projeter sur un écran l'image réelle d'une figure de hauteur $h = 2{,}0$ cm de sorte que l'image sur l'écran soit 4 **fois plus grande** que l'objet (soit $h' = -8{,}0$ cm, $\gamma = -4$).

1. À partir de $\gamma = -\frac{p'}{p} = -4$, exprimer p' en fonction de p.
2. Remplacer p' dans la relation de conjugaison $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$ pour calculer la distance objet–lentille p et la distance lentille–écran p'.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 8

Méthode de Bessel (distance fixe entre l'objet et l'écran) : Sur un banc optique, un objet AB et un écran sont maintenus à une distance fixe $D = p + p' = 90$ cm l'un de l'autre. On déplace entre eux une lentille convergente de distance focale $f = 20$ cm.

1. En posant $p' = 90 - p$ dans $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{20}$, montrer que p vérifie l'équation du second degré : $p^2 - 90p + 1\,800 = 0$.
2. Vérifier que cette équation admet **deux solutions** $p_1 = 30$ cm et $p_2 = 60$ cm (principe du retour inverse de la lumière !).
3. Comparer la taille des deux images obtenues pour un objet de 3,0 cm de haut.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 9

Appareil photographique et mise au point : L'objectif d'un appareil photo est assimilé à une lentille mince convergente de distance focale fixe $f = 50$ mm (5,0 cm).

1. À quelle distance p' du capteur (l'écran) doit se trouver l'objectif pour photographier un paysage très lointain (à l'infini) ?
2. On veut maintenant photographier une fleur située à $p = 55$ cm devant l'objectif. Calculer la nouvelle distance objectif–capteur p'. De combien de millimètres a-t-il fallu **avancer** l'objectif par rapport à la mise au point à l'infini ?
3. Si la fleur mesure 6,0 cm de haut, quelle est la hauteur de son image sur le capteur ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 10

Problème de synthèse (masque partiel d'une lentille et champ lumineux) : Un objet lumineux AB de 4 cm forme une image nette $A'B'$ sur un écran à l'aide d'une lentille convergente de diamètre 6 cm et de focale $f = 20$ cm.

1. On colle un morceau de carton noir opaque sur la **moitié inférieure** de la lentille. L'image $A'B'$ sur l'écran devient-elle coupée en deux (ne voit-on plus que la moitié de l'objet), ou reste-t-elle entière ? Que change concrètement ce carton sur l'écran ?
2. Même question si l'on perce un tout petit trou de 3 mm au centre d'un carton couvrant toute la lentille : que se passe-t-il alors pour la luminosité et la **profondeur de champ** (netteté quand on décale légèrement l'écran) ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 11

La **vergence** d'une lentille est $C = \frac{1}{f}$ (f en mètres, C en dioptries δ).

1. Calculer la vergence d'une lentille de distance focale 25 cm.
2. Calculer la distance focale d'une lentille de $+5\,\delta$.
3. Laquelle de ces deux lentilles est la plus convergente ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 12

Un objet de 3,0 cm est placé à 40 cm devant une lentille convergente de distance focale $f = 10$ cm.

On utilise $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$ et $\gamma = -\frac{p'}{p}$.

1. Calculer la position p' de l'image.
2. Calculer le grandissement et la taille de l'image.
3. Décrire l'image.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 13

Un objet de 2,0 cm est placé à 30 cm devant une lentille convergente de distance focale 20 cm.

1. Calculer p', γ et h'.
2. Quel appareil fonctionne selon ce principe ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 14

Un objet est placé à 24 cm d'une lentille convergente de distance focale 12 cm.

1. Calculer la position de l'image et le grandissement.
2. Que remarque-t-on ? Généraliser à un objet placé à $2f$.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 15

Un horloger observe un petit rouage avec une loupe de distance focale 5 cm. Le rouage est à 4 cm de la loupe.

1. Calculer la position de l'image.
2. Calculer le grandissement.
3. Décrire l'image. Peut-on la projeter sur un écran ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 16

1. Une bougie est à 60 cm d'une lentille convergente ; on obtient une image nette sur un écran à 30 cm derrière la lentille. Calculer la distance focale et la vergence.
2. Que se passe-t-il si l'on place la bougie exactement au foyer objet de la lentille ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 17

Un vidéoprojecteur doit projeter une image d'un objet de 36 mm de large sur un écran de 1,80 m de large, placé à 4,0 m de l'objectif.

1. Quel doit être le grandissement (en valeur absolue) ?
2. En déduire la distance p entre l'objet et l'objectif.
3. Calculer la distance focale de l'objectif (au mm près).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 18

L'objectif d'un appareil photo a une distance focale de 50 mm.

1. Pour un paysage très lointain, à quelle distance de l'objectif doit se trouver le capteur ?
2. Pour photographier une personne à 2 m, calculer la distance objectif–capteur (au dixième de mm).
3. De combien faut-il déplacer l'objectif pour faire la mise au point ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 19

On photographie la Lune avec un téléobjectif de distance focale 500 mm. La Lune est vue sous un angle (diamètre apparent) d'environ 0,0090 rad.

1. Où se forme l'image de la Lune ?
2. Pour un objet à l'infini, la taille de l'image vaut $f \times \alpha$ (angle en radians). Calculer le diamètre de l'image de la Lune sur le capteur.
3. Le capteur mesure 36 mm $\times$ 24 mm. Quelle distance focale faudrait-il pour que la Lune occupe toute la hauteur du capteur ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 20

Une lentille convergente forme sur un écran l'image nette d'un objet lumineux. On cache la moitié supérieure de la lentille avec un carton.

1. L'image est-elle coupée en deux ? Justifier.
2. Qu'est-ce qui change ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 21

Une lentille convergente de distance focale 8 cm reçoit un faisceau parallèle à son axe. Où placer l'écran pour un point lumineux net ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 22

Un objet est placé à 24 cm d'une lentille convergente de focale 12 cm. Où est l'image et quelle est sa taille relative ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 23

Une lentille convergente a une focale de 25 cm. Calcule sa vergence.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 24

Un objet est exactement dans le plan focal objet. Observe-t-on une image nette de cet objet sur un écran à distance finie ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 25

Quel rayon issu du sommet d'un objet peut-on tracer sans déviation dans le modèle de la lentille mince ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 26

Une loupe convergente est placée à 4 cm d'un timbre et sa focale vaut 9 cm. L'image peut-elle être projetée ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 27

Une lentille de focale 10 cm forme une image réelle à 15 cm derrière elle. À quelle distance est l'objet ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 28

On approche un objet de 30 cm à 20 cm d'une lentille convergente de focale 10 cm. Où placer l'écran dans les deux cas ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 29

Une image réelle d'un objet de 3 cm est deux fois plus grande. Quelle est sa hauteur et son orientation ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 30

On masque la moitié d'une lentille mince convergente qui formait une image réelle. En première approximation, que devient l'image ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site