

Compétences

Voici les compétences que vous devez acquérir à l'issue de ce cours :

- Le modèle du rayon lumineux permet de décrire la propagation de la lumière (le « chemin optique ») dans un milieu transparent ;
- Une lentille est un milieu transparent dont l'une des deux faces n'est pas plane ;
- La définition d'une lentille convergente et l'existence des foyers ;
- L'image réelle formée par une lentille a une certaine position et une certaine taille, qu'il faut savoir déterminer sur un schéma ;
- La définition du grandissement et savoir le déterminer graphiquement ;
- Produire une image réelle d'un objet réel ;
- Modéliser l'œil.

Correction des exercices du chapitre 17

Rayonnement thermique

17.1 Filament d'une lampe de poche

1. Dans l'ordre croissant de la température du filament : **b** ; **c** ; **a** ; **e** et **d**.
2. **d** pour la pile neuve ; **e** pour la pile après 10 min ; *et cetera* dans l'ordre inverse des températures du filament.

Spectres de raies

17.3 Spectres et éléments

La flamme laisse apparaître les raies des éléments calcium et strontium.

Spectres d'absorption

17.5 Titane ou nickel dans l'étoile

La lumière émise par la « surface » de l'étoile (la *photosphère*, de spectre continu, traverse son « atmosphère » (la *chromosphère*), dans laquelle sont présent des éléments à déterminer.

Ces éléments absorbent sélectivement certaines radiations monochromatiques, qui sont du coup absentes du spectre continu de l'étoile.

Ici, on constate l'absence des raies du Titane, preuve de la présence de ce dernier dans la chromosphère stellaire.

1 Qu'est-ce qu'une lentille ?

Une lentille est un bloc transparent de verre ou de plastique, dont au moins l'une des deux faces n'est pas plane, et que l'on trouve dans les instruments d'optique (lunettes, lentilles de contact, loupe, jumelles, microscope, appareil photographique...).

chaque lentille, les épaisseurs au centre et au bord. Notez vos observations.

1.1 Qu'est-ce qui différencie les lentilles entre elles ?

Au toucher

Expérience Prendre diverses lentilles entre ses doigts et essayer de les classer en comparant, pour





Des lentilles épaisses au centre mais à bord fin, marquées (vergence positive).

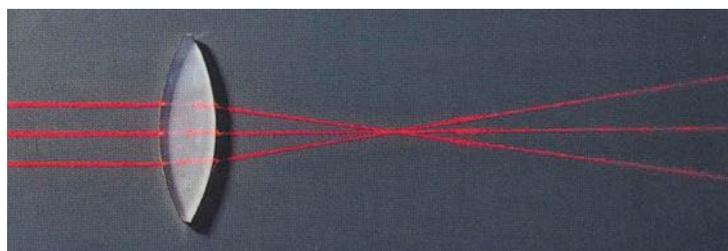
Des lentilles fines au centre mais à bord épais, marquées - (vergence positive).

Il existe ainsi deux types de lentilles :

- des lentilles à bords mince, symbolisées par ∇ ;
- des lentilles à bords épais, symbolisées par \blacktriangledown .

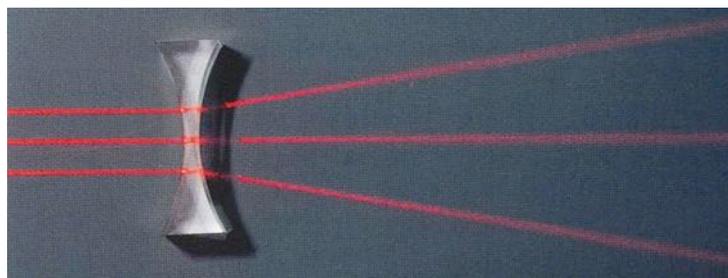
Par déviation d'un faisceau lumineux

Expérience Faire arriver un faisceau de rayons lumineux parallèles sur une lentille de chaque type. Observer les rayons qui émergent de ces lentilles.



Le faisceau émergent de la **lentille à bords minces converge** en un point.

On les appelle lentilles **convergentes**.



Le faisceau émergent de la **lentille à bords épais diverge**.

On les appelle lentilles **divergentes**.

De plus, le faisceau est d'autant plus dévié que la lentille est bombée (et que le chiffre de la vergence est élevé).

Par observation d'un texte

Expérience Observez un texte posé sur la table au travers d'une lentille convergente puis au travers d'une lentille divergente. Notez vos observations.



À travers la lentille convergente, le texte apparaît plus grand, alors qu'à travers la lentille divergente, il apparaît plus petit.

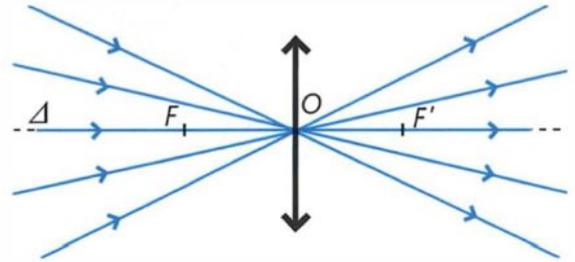
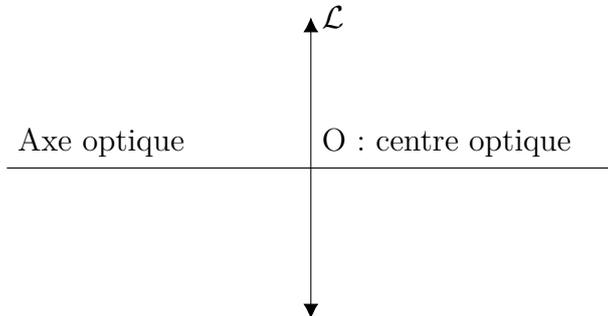
Remarque

Dans l'œil, le cristallin joue le rôle d'une lentille convergente.

2 Quelles sont les caractéristiques d'une lentille convergente ?

Les expériences de cette partie sont réalisées sur un tableau magnétique à l'aide d'une source lumineuse pouvant délivrer un faisceau de rayons lumineux parallèles et de lentilles convergentes.

2.1 Que sont le centre optique et l'axe optique pour une lentille ?

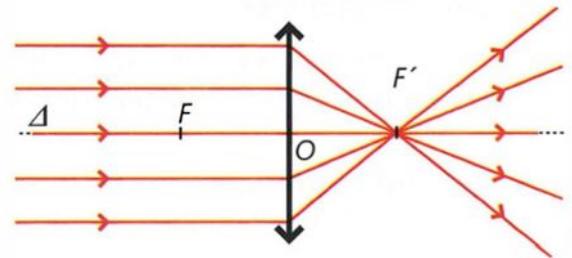


RÈGLE N° 1 Tout rayon incident passant par le centre de la lentille émerge sans être dévié.

2.2 Que sont les foyers et la distance focale ?

Foyer image

Expérience Faire arriver un faisceau de rayons lumineux parallèles à l'axe optique sur une lentille convergente \mathcal{L} . Observer les rayons qui émergent de la lentille. Incliner le faisceau par rapport à l'axe optique, observer. Mesurer dans chaque situation la distance OF' .



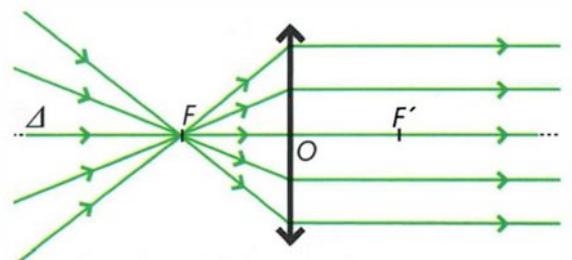
Définition

- Le point de l'axe optique où convergent les rayons émergent est appelé *foyer image* F' de la lentille.
- La distance OF' entre le centre optique O et le foyer image F' est caractéristique de la lentille. Cette distance est appelée *distance focale* et est notée f' .

RÈGLE N° 2 Tout rayon incident parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer image F' .

Foyer objet

Expérience Faire converger un faisceau de rayons lumineux parallèles à l'aide d'une lentille convergente \mathcal{L}' . Placer la lentille convergente \mathcal{L} après le point de convergence et la déplacer. Observer les rayons qui émergent de la lentille \mathcal{L} . Mesurer la distance OF lorsque les rayons émergent parallèlement à l'axe optique.



Définition

- Le foyer objet F est le point de l'axe optique tel que les rayons issus de ce point émergent parallèles à l'axe optique.
- F et F' sont symétriques par rapport à O d'où $OF = OF' = f'$.

RÈGLE N° 3 Tout rayon incident passant par le foyer objet F émerge parallèle à l'axe optique.

Remarque

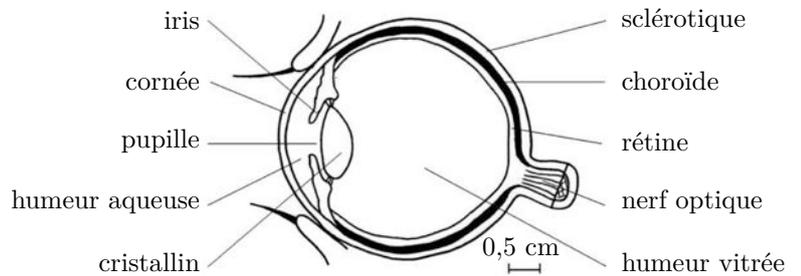
Les règles n° 1, 2 et 3 sont à connaître parfaitement et permettent de réaliser les constructions, telle que montré aux pages suivantes.

3 Quelle est l'anatomie de l'œil ?

Questions Lorsque la lumière pénètre dans l'œil, que traverse-t-elle ? Que rencontre-t-elle ?

Milieux traversés : cornée → humeur aqueuse → cristallin → humeur vitrée (ce sont tous des milieux transparents).

Milieu rencontré : rétine.



Définition

Pour le physicien, l'œil est constitué de trois parties principales :

- L'ensemble pupille iris joue le rôle de diaphragme (ouverture circulaire réglable) ;
- Le cristallin joue le rôle de lentille (réglable !) ;
- La rétine joue le rôle d'écran.

4 Quels sont les défauts de l'œil ?

4.1 La myopie

Expérience Réaliser un œil myope avec une lentille de $+10 \delta$ placée à 11,5 cm d'un écran.

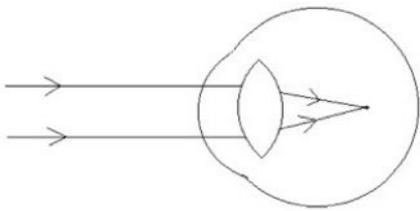
La lentille joue le rôle du *cristallin* .

L'écran joue le rôle de la *rétine* .

Observations : l'image obtenue est floue.

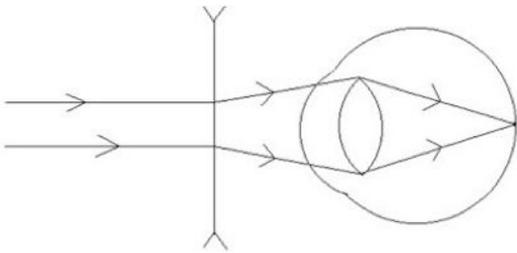
Conclusion

Un myope voit flou les objets *lointains* mais très bien les objets *proches* .



L'image d'un objet éloigné se forme *en avant* de l'écran. Autrement dit, l'œil est trop long.

Expérience Rajouter une lentille de -2δ devant l'œil myope.



Observations : l'image obtenue est nette (et renversée).

La lentille rajoutée joue le rôle d'un *verre correcteur* .

Conclusion

L'usage d'une lentille *divergente* permet de corriger un œil myope.

Remarque

La myopie peut également être corrigée par une opération chirurgicale au laser qui vise à retailler le cristallin pour le rendre moins bombé et donc moins convergent.

4.2 L'hypermétropie

Expérience Réaliser un œil hypermétrope avec une lentille de $+10 \delta$ placée à 7,0 cm d'un écran.

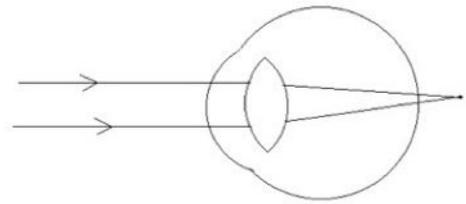
La lentille joue le rôle du *cristallin* .

L'écran joue le rôle de la *rétine* .

Observations : l'image obtenue est floue.

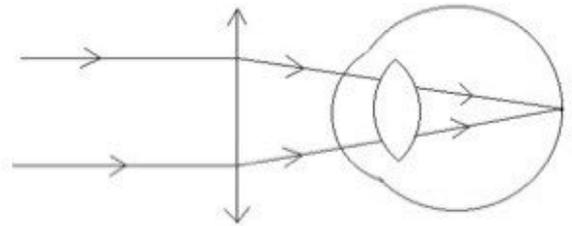
Conclusion

Un hypermétrope voit mal les objets *proches* et doit accommoder pour voir les objets *lointains*.



L'image d'un objet éloigné se forme *en arrière* de l'écran. Autrement dit, l'œil est trop court.

Expérience Rajouter une lentille de $+3 \delta$ devant l'œil hypermétrope.



Observations : l'image obtenue est nette (et renversée).

La lentille rajoutée joue le rôle d'un *verre correcteur* .

Conclusion

L'usage d'une lentille *convergente* permet de corriger un œil hypermétrope.

Remarque

L'hypermétropie peut également être corrigée par une opération chirurgicale au laser qui vise à retailler le cristallin pour lui donner une forme plus bombée et donc plus convergente.

4.3 L'œil emmétrope (= normal)

Expérience À partir d'une lentille de +10 δ , trouver la distance lentille-écran qui permet d'obtenir une image nette d'un objet éloigné.

Noter cette distance : 10 centimètres environ.

Expérience Placer un diaphragme (ouverture circulaire) en avant de la lentille. Noter vos observations.

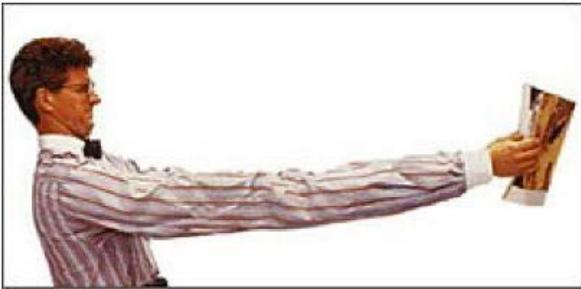
L'image est plus sombre, mais aussi plus nette ; en revanche sa taille ne change pas.

Le diaphragme joue le rôle de l'iris .

4.4 La presbytie

Observations : Voici deux comportements stéréotypés de personnes presbytes.

Premier comportement :



Second comportement :



Conclusion : Un presbyte voit mal les objets proches , mais bien les objets lointains .

À quoi est due la presbytie ?

Vers l'âge de quarante ans, la lecture de près devient pénible : c'est un des effets de la presbytie. En effet,

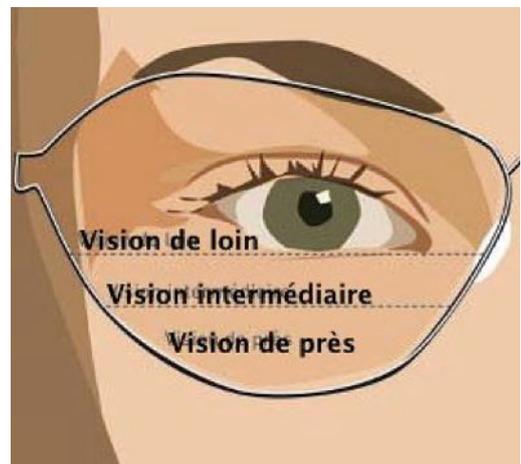
le cristallin devient moins souple, les muscles qui le commandent ont plus de difficultés à le courber et l'accommodation est moins facile.

Au repos, l'œil perçoit toujours nettement un objet éloigné, mais les objets deviennent flous en se rapprochant ; l'image ne se forme plus sur la rétine.

Définition

La correction de la presbytie se fait avec des verres convergents .

Pour permettre la vision de près tout en préservant la vision de loin, on peut utiliser un verre progressif :



4.5 En résumé

Représenter le domaine de vision nette pour chaque type d'œil.



Œil normal



Œil myope



Œil hypermétrope



Œil presbyte

5 Comment construire graphiquement l'image d'un objet ?

Consigne : En utilisant la « méthode des trois rayons » (c'est-à-dire les trois rayons particuliers issus de B, parmi l'infinité des rayons lumineux issus de l'objet AB), réaliser les constructions géométriques permettant de déterminer la position et la taille de l'image A'B' de l'objet AB donnée par la lentille \mathcal{L} .

Une fois la construction réalisée, l'utiliser pour déterminer graphiquement les tailles et positions de l'objet et de l'image, et calculer le grandissement γ (lettre grecque « gamma ») en utilisant sa définition ci-dessous.

Définition

Le grandissement, noté γ , est le rapport entre la taille de l'image A'B' et la taille de l'objet AB :

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

Sans unité, inférieur à 1 si l'image est plus petite que l'objet, supérieur à 1 dans le cas contraire.

Construction (1) :

- position de l'objet $OA = 8 \text{ cm}$;
- taille de l'objet $AB = 1 \text{ cm}$;
- position de l'image $OA' = 8 \text{ cm}$;
- taille de l'objet $A'B' = 1 \text{ cm}$;

- grandissement $\gamma = 1/1 = 1$.

Construction (2) :

- position de l'objet $OA = 7 \text{ cm}$;
- taille de l'objet $AB = 1 \text{ cm}$;
- position de l'image $OA' = 9,3 \text{ cm}$;
- taille de l'objet $A'B' = 1,3 \text{ cm}$.
- grandissement $\gamma = 1,3/1 = 1,3$.

Méthode

- Dans les constructions qui suivent, AB est un objet lumineux, comme par exemple le filament d'une lampe, la diapositive d'un (très ancien) projecteur, ou même votre voisin en petite tenue que vous tentez de photographier. Cet objet AB est représenté par un segment fléché que je dessine toujours en rouge, c'est une convention.
- Les rayons doivent être tracés avec un crayon très fin, afin que la construction soit bien précise. Dans mes schémas, on peut s'aider des carreaux, mais en général au Bac, il n'y a pas de carreaux, donc il faut être encore plus précis !
- De plus les rayons (que je dessine toujours en vert, c'est un choix personnel) doivent comporter des flèches qui indiquent leurs sens. C'est obligatoire, au Bac un quart de point est enlevé par flèche manquante !
- La toute première construction est la plus importante, et la plus souvent demandée. Les autres constructions sont là pour votre entraînement personnel.

✍ Exercices n° 29, 31, 33 et 35 p. 263 à 265 (il s'agit d'exercices du chapitre 17 plus complexes, qui vont vous permettre de progresser) + Exercices n° 10, 11, 16, 19 et 20 p. 277 à 279. Tous ces exercices, sans exception, sont corrigés dans le livre ! Bon courage, bon travail !

