

T.P. P3 : Œil, loupe et oculaire

Objectifs : Cette séance a pour but de présenter le fonctionnement de l'œil et de le modéliser ; de rendre compte de la formation des images à travers une lentille mince convergente utilisée comme une loupe ; notion de diamètre apparent et de grossissement.

I.- L'œil

1) Description de l'œil normal

C.1. : Sur le schéma ci-contre est présentée une coupe d'un œil.

Q.2. : Quel est l'organe de l'œil qui joue le même rôle qu'une lentille convergente ?

C.3. : Un diaphragme est une ouverture réglable qui permet de faire passer plus ou moins de lumière. Quel est l'organe qui joue ce rôle dans l'œil ?

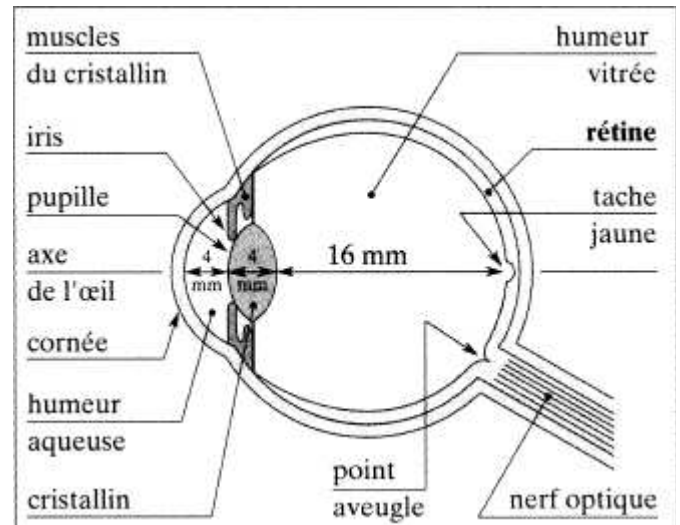
C.4. : Pour qu'un objet lumineux soit perçu par l'œil, il faut que son image se forme nette sur la rétine d'où part le nerf optique.

C.5. : Cette condition est réalisée pour la vision d'un objet

« à l'infini » : le cristallin est alors au repos (muscles du cristallin relâchés) : on dit que l'œil n'accommode pas.

Q.6. : Calculer la vergence du cristallin au repos en fonction de la profondeur d du globe oculaire. A.N.

Pour observer un objet rapproché, l'œil **accommode** : les muscles du cristallin se contractent et font bomber le cristallin augmentant ainsi sa vergence.



2) Modèle : l'œil réduit

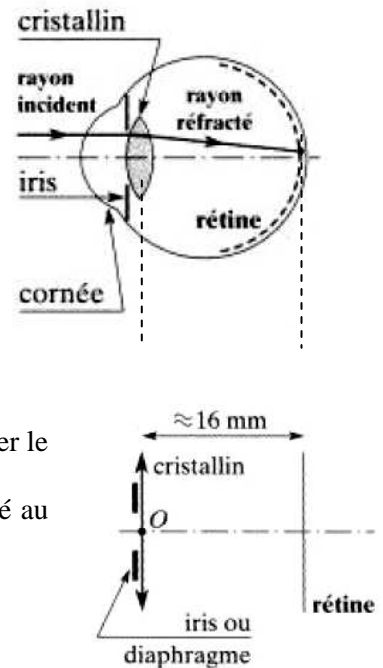
C.7. : D'un point de vue purement optique, on peut représenter l'œil au repos par un diaphragme D jouant le rôle d'iris (optionnel) placé contre une lentille convergente (L) simulant le cristallin et un écran simulant la rétine situé à la distance $d = f'$ du centre optique O : cette représentation simplifiée est appelée **œil réduit**.

S.8. : Réaliser sur papier millimétré ou à l'aide du logiciel Optgeo, un schéma mettant en évidence la vision nette de l'œil au repos d'un objet placé à l'infini (pour le papier millimétré : échelle 1 cm pour 2 mm).

Q.9. : Vérifier ce résultat à l'aide de la relation de conjugaison de Descartes.

E.10. : Sur le banc d'optique, on utilisera une lentille de vergence $C = + 3 \delta$ pour simuler le cristallin.

Placer le cristallin et la rétine sur le banc d'optique puis viser l'objet lumineux projeté au tableau. Réaliser l'image nette sur la rétine puis mesurer la distance lentille – écran.



3) L'accommodation.

a) Observation d'un objet éloigné :

E.11. : Fermer les paupières pendant une dizaine de secondes : les yeux se mettent au repos. Rouvrir les yeux devant une fenêtre ouverte.

Que constate-t-on ?

Q.12. : Conclure par une phrase.

b) Observation d'un objet rapproché :

E.13. : Prendre un livre puis observer un texte placé à 8 cm des yeux. Fermer les paupières pendant une dizaine de secondes. Rouvrir les yeux. Que constate-t-on ?

S.14. : Faire un schéma à l'échelle en plaçant l'objet (de hauteur 2 cm), la lentille ainsi que ses foyers en supposant que cet œil à la même distance focale que l'œil au repos. La rétine étant toujours à environ 2 cm du cristallin, le schéma de la situation ne convient pas. Expliquer pourquoi.

Q.15. : Pour observer un objet à proximité, le cristallin modifie sa forme : **l'œil accommode** ; la distance focale du cristallin est modifiée. Devient-elle plus grande ou plus petite que celle l'œil au repos ? Justifier.

E.16. : Cette étape n'est pas aisée à réaliser sur le banc d'optique. Expliquer pourquoi. Proposer une alternative.

c) Zone de vision distincte :

Si on observe un objet trop rapproché, l'accommodation devient de plus en plus pénible. A partir d'une certaine distance, l'accommodation devient impossible. Il existe donc, sur l'axe optique, une zone dans laquelle doivent se trouver les objets pour qu'ils puissent être vus nettement sans fatiguer l'œil.

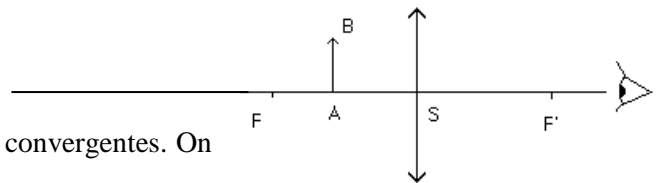
Le point de cette zone le plus éloigné de l'œil est appelé le
Le point de cette zone le plus proche de l'œil est appelé le
Pour un œil normal, le PR est situé à
Pour un œil normal, le PP est situé à une distance dite distance minimale de vision distincte d_m , pour un œil standard (normal),
 $d_m = 25 \text{ cm}$ (au-delà, les muscles du cristallins se fatigues très vite)

d) Diamètre apparent :

- C.17. : Le diamètre apparent d'un objet est l'angle sous lequel l'objet est vu à l'œil « nu ».
- S.18. : Faire un schéma de la situation (sans souci d'échelle) en représentant le diamètre apparent α .
- Q.19. : Comment faire pour mieux distinguer les détails d'un petit objet ?

Certains objets sont trop petits pour être valablement observés à l'œil « nu ». Les détails ne peuvent être distingués malgré la netteté de l'image formée sur la rétine. On a alors recours à des instruments d'optique dont le but est d'augmenter le diamètre apparent de l'objet.

II.- La loupe



- E.20. : Vous avez à votre disposition plusieurs lentilles convergentes. On veut utiliser la lentille de vergence $C = + 20 \delta$
- Q.21. : Proposer une méthode rapide à mettre en œuvre et permettant de déterminer rapidement la « bonne » lentille. Expliquer.
Cette lentille fera fonction de loupe.
- Q.22. : Quel est le rôle d'une loupe ? Comment l'utilise-t-on ?
- E.23. : Placer la lentille au-dessus d'un texte afin de d'observer l'image du texte au travers de la lentille. A quelle distance doit-on placer la lentille pour avoir une image nette et un bon confort visuel ? Comparer cette distance à la distance focale de la lentille.
- S.24. : Représenter la situation sur un schéma à l'échelle.
- Q.25. : Donner les caractéristiques de cette image.
- Q.26. : Trouver par le calcul la position de l'image donnée par la lentille, l'objet de 1 cm de haut étant placé à 2 cm avant la lentille de vergence $C = 20 \delta$. Calculer le grandissement γ .
- Q.27. : A l'aide de l'animation informatique : <http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/optigeo/lentille.html>, déterminer la position de l'objet donnant une image virtuelle de grandissement maximal. Où est située cette image ?
- Q.28. : Retrouver ce résultat à l'aide de la relation de conjugaison.
- Q.29. : Dans ce cas, que peut-on dire du travail de l'œil placé derrière la lentille ?
- E.30. : Sur le banc d'optique, on utilisera une lentille de vergence $C = + 20 \delta$ comme loupe placée devant l'objet (lettre F lumineux). Placer l'œil à 10 cm après la loupe.
- E.31. : Quelle est la distance maximale objet-lentille pour laquelle on observe une image droite et nette. Comparer à la distance focale.

C.32. : On appelle grossissement G : $G = \frac{\theta'}{\theta}$; où θ est l'angle sous lequel est vu l'objet sans loupe situé à d_m de l'œil

- (rad) et θ' est l'angle sous lequel est vu l'objet au travers de la loupe (rad)
- Q.33. : Faire les deux schémas (avec et sans lentille et déterminer les expressions de θ et θ' . En déduire l'expression de G et sa valeur dans le cas où l'œil n'accomode pas.
On associera souvent, dans un instrument d'optique, à une **première lentille destinée à agrandir l'objet**, une **seconde utilisée comme loupe** pour l'image formée par la première et permettant une observation sans accommodation pour l'œil. Cette dernière est appelée **oculaire** de l'instrument.