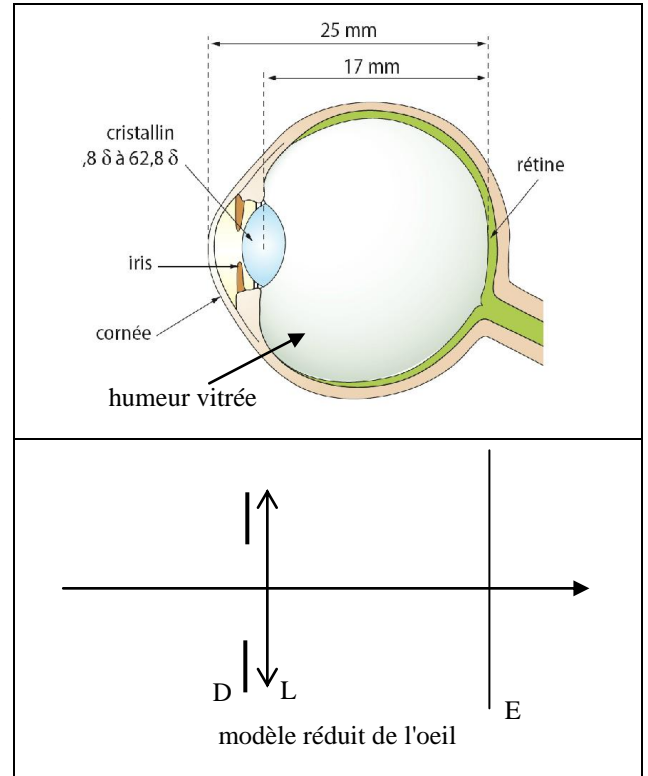


COMMENT INTERPRETER LE FONCTIONNEMENT DE L'ŒIL ?

Ou POURQUOI Mr LAGOUGE DOIT-IL PORTER DES LUNETTES POUR CORRIGER LES COPIES ?

INTRODUCTION AU TP

L'œil est un organe sensiblement sphérique, limité par une enveloppe extérieure: la **cornée**. La lumière émise par un objet pénètre dans l'œil en traversant la cornée: l'**iris** fait office de diaphragme, l'ouverture s'appelle la **pupille**. Derrière ce diaphragme, se trouve le **crystallin**. Au-delà du cristallin, une "chambre" remplie de liquide: **l'humour vitrée** dont la composition est proche de l'eau salée. Enfin, la partie postérieure de la chambre est tapissée de cellules photosensibles constituant la **rétine**.



Pour comprendre le fonctionnement de l'œil, ainsi que les principaux défauts de vision, on raisonne sur un modèle réduit de l'œil constitué par:

- une lentille convergente L qui joue le rôle du cristallin.
- un écran E qui joue le rôle de la rétine.
- on peut ajouter à ce modèle un diaphragme D qui joue le rôle de l'iris.

COMMENT INTERPRETER LE FONCTIONNEMENT DE L'ŒIL ?

Ou POURQUOI Mr LAGOUGE DOIT-IL PORTER DES LUNETTES POUR CORRIGER LES COPIES ?

1. FORMATION D'UNE IMAGE PAR UNE LENTILLE CONVERGENTE

Sur un banc d'optique, placer successivement :

- une source de lumière éclairant un objet et un écran blanc (éventuellement avec papier millimétré)
- une lentille convergente de distance focale connue: $f' = 20 \text{ cm}$ ($C = 5,0 \delta$)

1.1. Etude qualitative

Positionner l'objet à une distance d'environ un mètre de la lentille. Déplacer l'écran jusqu'à observer une image nette de l'objet sur l'écran.

Comparer l'image et l'objet (l'image a-t-elle la même taille, la même orientation que l'objet?):

.....

Sans modifier les positions relatives de la lentille et de l'objet, existe-t-il une autre position de l'écran qui permet d'observer une image nette? Estimez la distance sur laquelle vous pouvez déplacer l'écran tout en gardant une image nette. (latitude de mise au point)

.....

Diminuer ensuite progressivement la distance entre l'objet et la lentille en rapprochant la lentille de l'objet. Indiquer:

- comment il faut déplacer l'écran pour y obtenir une image nette.
- comment est modifiée l'image: sa taille augmente-t-elle ou diminue-t-elle? son orientation varie-t-elle?

.....

Pour quelle distance objet-lentille n'est-il plus possible d'obtenir une image nette sur l'écran? Comparer cette distance à la distance focale f' de la lentille.

.....

1.2. Etude quantitative lorsque l'objet n'est pas "trop proche" de la lentille

1.2.1. Mesures

Reprendre les expériences précédentes en effectuant des mesures précises des distances objet-lentille et lentille-image ainsi que de la taille de l'image. Et remplir les deux premières colonnes du tableau.

Distance objet-lentille / cm	Distance lentille-image / cm <i>Indiquez d_{min}-d_{max}</i>	Taille de l'image / cm	p / m	Δp / m	p' / m	$\Delta p'$ / m	$\frac{p'}{p}$	$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$
150,0								
100,0								
80,0								
50,0								
40,0								
30,0								
25,0								

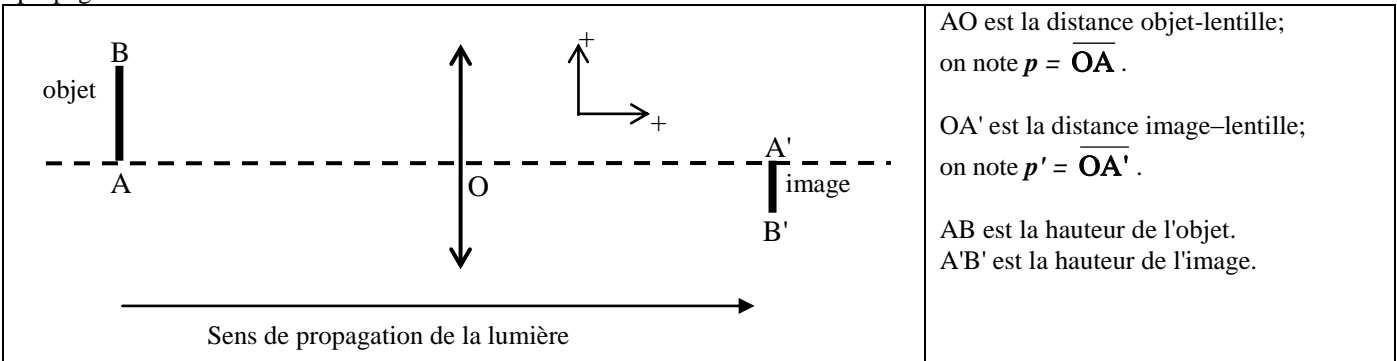
Première S

Après avoir éteint la lanterne et l'avoir laissée refroidir quelques instants, mesurer la taille de l'objet:

Taille de l'objet (cm):

1.2.2. Relation de conjugaison d'une lentille

On cherche s'il existe une relation entre les deux distances mesurées précédemment, ainsi qu'une relation donnant la taille de l'image en fonction de la taille de l'objet. Pour cela il est nécessaire de choisir des axes (vertical et horizontal) orientés. L'origine O de ces axes est choisie au centre de la lentille (voir ci-dessous). L'axe horizontal est orienté dans le sens de propagation de la lumière.



Indiquer en les justifiant les signes respectifs de p et p'. Puis complétez en conséquence les dernières colonnes du tableau.

.....

.....

.....

La relation entre p et p' - dite "relation de conjugaison" - est de la forme : $\frac{1}{p'} = \frac{1}{p} + \frac{1}{f'}$ Quelle est l'étude graphique qui permettra de valider cette relation ? Choisir, parmi les réponses proposées, la réponse que vous estimez correcte puis justifier.

- A . $p' = f(p)$ B : $p' = f(\frac{1}{p})$ C : $\frac{1}{p'} = f(p)$ D : $\frac{1}{p'} = f(\frac{1}{p})$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Faire l'étude graphique correspondante sur calculatrice durant la séance de TP (sur Excel pour le compte-rendu).

Allure de la courbe tracée:

.....

Nature de la courbe de tendance:

.....

Equation de la courbe de tendance:

.....

La relation de conjugaison est-elle validée?

.....

.....

.....

Comparaison de la valeur de f' obtenue par cette étude et de la valeur indiquée sur la lentille:

.....

.....

.....

Pour le graphe Excel (pour le compte rendu), s'efforcer de faire apparaître sur le graphe les rectangles d'incertitude.

Première S

La vergence C d'une lentille est définie par la relation: $C = \frac{1}{f'}$; la vergence s'exprime en dioptries (δ). Une vergence de 1 dioptrie correspond à une distance focale de 1 mètre. Déduire de vos mesures la vergence de la lentille et la comparer à la vergence théorique de la lentille: $C_{théo} = 5,0 \delta$.

.....
.....
.....

1.2.3. Grandissement d'une lentille (à faire pour le compte-rendu)

Le grandissement γ est défini par $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$. Le grandissement a-t-il une unité? Pourquoi?

.....
.....

Quel est le signe de γ sur le schéma du paragraphe 1.2.2.?

.....
.....

Que signifie physiquement un grandissement négatif?

.....
.....

Indiquer en le justifiant le signe de γ lors de votre série de mesures.

.....
.....

On peut montrer que: $\gamma = \frac{p'}{p}$. Compléter les deux dernières colonnes du tableau de la page 2 et indiquer si cette relation est validée.

.....
.....
.....
.....

2. APPLICATION AU FONCTIONNEMENT DE L'OEIL

Dans toutes les manipulations précédentes, la distance entre la lentille et l'écran était variable et l'écran était déplacé jusqu'à obtenir une image nette. Dans le cas de l'oeil, la distance entre le cristallin et la rétine est fixe. Or nous arrivons à voir nets tous les objets quelle que soit la distance à laquelle ils se situent. C'est le phénomène d'accommodation: le cristallin se déforme sous l'effet des muscles ciliaires. Dans le modèle réduit de l'oeil, cela revient à considérer que la distance focale de la lentille convergente L est variable.

2.1. Principe de l'accommodation

Sur le banc d'optique, placer l'objet à 80 cm de la lentille L_0 de distance focale $f_0' = 20$ cm (ou de vergence $C_0 = 5,0 \delta$) puis former une image nette de l'objet sur un écran E placé au-delà de la lentille.

Approcher ensuite l'objet de la lentille de telle façon que la distance objet-lentille soit environ de 23,5 cm.

Constater que l'image sur l'écran est floue.

Sans modifier les positions relatives de l'objet, de la lentille et de l'écran, trouver parmi les lentilles qui sont à votre disposition celle qui redonne une image nette sur l'écran. Soit L_1 cette lentille.

Noter sa distance focale f_1' ou sa vergence C_1 :

Comparer les formes de L_0 et L_1 : indiquer la lentille la plus bombée:

.....
.....

Première S

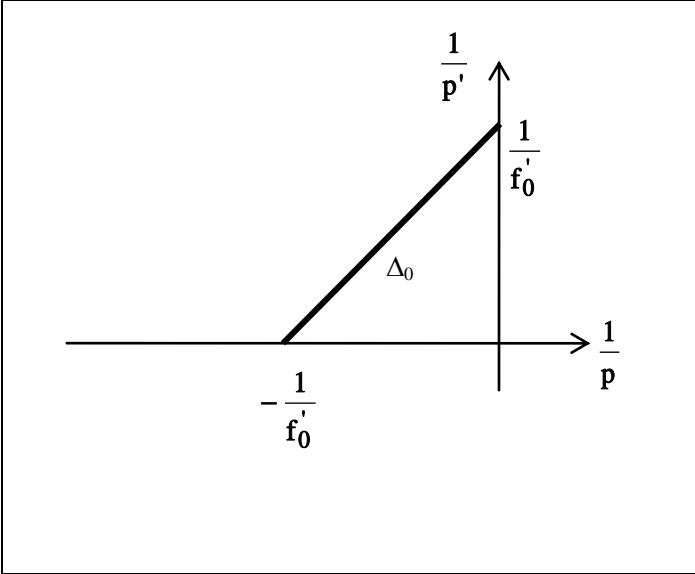
Conclusion: (barrer les expressions erronées) lorsque la distance objet-lentille diminue, pour conserver une image nette sur l'écran il faut *diminuer/augmenter* la distance focale de la lentille. Cela revient à utiliser une lentille *plus/moins* bombée

Retrouver ce résultat à partir du graphique suivant:

a) Compléter le graphique en y traçant, sans aucun souci d'échelle, les droites Δ_1 et Δ_2 que l'on obtiendrait pour une lentille L_1 de distance focale $f_1' > f_0'$ et pour une lentille L_2 de distance focale $f_2' < f_0'$.

b) Positionner sur Δ_0 le point A correspondant à un objet "éloigné" de la lentille et son image nette sur E par L_0 . Les coordonnées de A sont notées $(\frac{1}{p_A}; \frac{1}{p'_A})$.

c) La distance objet-lentille diminue: comment se déplace le point A? Positionner *sur* Δ_0 un point B d'abscisse $\frac{1}{p_B}$ inférieure à $\frac{1}{p_A}$.



d) En fait, la distance lentille-écran ne varie pas: quelles doivent être les coordonnées du point C correspondant à la formation d'une image nette sur E?
 Sur quelle droite le point C se trouve-t-il: sur Δ₀, Δ₁ ou Δ₂?

e) Cela correspond-il à utiliser une lentille de distance focale supérieure ou inférieure à f₀'?

2.2. Accommodation oculaire

Lorsque l'œil est "au repos", c'est-à-dire lorsque les muscles ciliaires sont au repos, l'œil peut voir distinctement un objet éloigné.

Expliquer l'accommodation c'est-à-dire l'action des muscles ciliaires lors de la vision des objets rapprochés.

Comment varie la courbure du cristallin lors de l'accommodation? (utiliser la comparaison des formes de L₀ et L₁).

Avec l'âge, le cristallin se rigidifie. Quelle réponse donneriez-vous à la question en titre du TP?

2.3. Les lunettes de Mr LAGOUGE

Afin de remédier au problème précédent, appelé presbytie, Mr Lagouge porte désormais des lunettes pour voir de près. **Sans modifier les positions relatives** de l'objet, de la lentille et de l'écran, remettre la lentille L₀ dans le porte-lentilles et chercher, parmi les lentilles qui sont à votre disposition, celle qu'il faut accoler à L₀ afin que l'image sur E redevienne nette. Soit L' cette lentille. Noter sa distance focale f' ou sa vergence C'. Vérifier que : C₁ = C₀ + C'

A vrai dire, Mr Lagouge porte des lunettes « double foyer ». Expliquer ce que cela signifie et l'intérêt de ces lunettes.
