

ANNEE UNIVERSITAIRE 20__ / 20__ Session : ____ cycle

U.E. _____

Épreuve de _____

Note de
l'épreuve

⁽¹⁾ Le candidat doit inscrire ici : ses noms, prénoms, lieu et date de naissance, puis rabattre suivant le pointillé le coin de la copie et le coller.

Il est interdit au candidat de signer sa copie ou d'y inscrire un signe quelconque pouvant en indiquer la provenance.

(1) Nom :
Prénoms :
Né(e) à :
le :

Ouvrir ici ▲

Nombre d'intercalaires _____, le _____ 20 _____

Durée : 2h — Formulaire A4 et calculatrice autorisés.

1 Questions de base

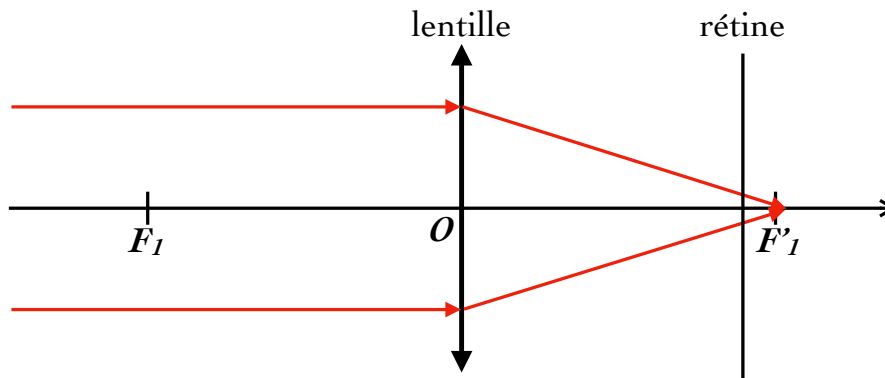
Pour chacune des question suivantes, entourer la lettre correspondant à la bonne réponse.

- ▶ 1. La lumière se propage :
 - a. dans les mêmes conditions que le son.
 - Ⓒ sans avoir besoin de support matériel.
- ▶ 2. Dans les conditions de Gauss, on ne prend en compte que :
 - a. les rayons peu inclinés par rapport à l'axe optique.
 - Ⓒ les rayons peu inclinés par rapport à l'axe optique et proches de cet axe.
- ▶ 3. Pour un système optique utilisé dans les conditions de Gauss, on construit une image en traçant :
 - a. un seul rayon.
 - Ⓒ au moins deux rayons.
- ▶ 4. Un rayon qui arrive selon l'axe optique d'une lentille centrée :
 - Ⓐ n'est pas dévié.
 - b. subit une réflexion totale.
- ▶ 5. On appelle i l'angle d'incidence. Dans les conditions de Gauss, on a :
 - Ⓐ $\sin i \simeq i$.
 - b. $\cos i \simeq i$.
- ▶ 6. Quand vous vous regardez dans un miroir plan, votre image est :
 - a. réelle.
 - Ⓒ virtuelle.

2 Correction d'un œil hypermétrope

On rappelle qu'un œil hypermétrope est un œil qui n'est pas assez convergent. On modélise cet œil au repos par une lentille mince centrée L_1 de distance focale $f'_1=25$ mm, et une rétine (plane) situé à la distance $d=22$ mm de L_1 . On se place dans les conditions de Gauss.

- 7. Réaliser un schéma à l'échelle 2/1 (1 cm réel = 2 cm sur le schéma) comportant l'axe optique, la lentille et ses foyers objet et image (F_1 et F'_1), le plan de la rétine. Y représenter le trajet de deux rayons provenant d'un point objet situé à l'infini.



- 8. Où se forme l'image de cet objet par rapport à la rétine? L'œil voit-il une image nette de cet objet?

L'image se forme au foyer image de L_1 , soit au-delà de la rétine. L'œil perçoit donc une image floue.

- 9. On place devant l'œil une lentille L_2 convergente de distance focale f'_2 , accolée à la lentille L_1 . L'ensemble $\{L_1 + L_2\}$ est équivalent à une lentille unique de distance focale f' . Exprimer la vergence V de cette lentille équivalente en fonction de f'_1 et f'_2 .

La vergence de la lentille équivalente est la somme des vergences des lentilles L_1 et L_2 : $V = 1/f'_1 + 1/f'_2$.

- 10. Exprimer f'_2 en fonction de f'_1 et d pour que l'image se forme maintenant sur la rétine. Vérifier dimensionnellement le résultat puis faire l'application numérique.
-

On doit avoir : $f' = d$,

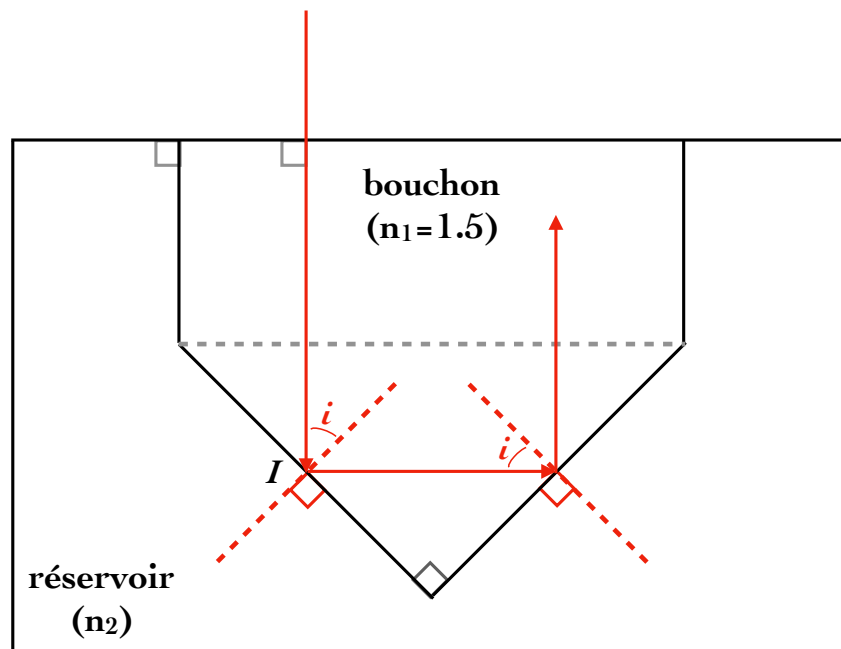
et donc : $1/d = 1/f'_1 + 1/f'_2 \Rightarrow 1/f'_2 = 1/d - 1/f'_1 \Rightarrow f'_2 = 1/(1/d - 1/f'_1)$.

AD : $1/(1/L) = L$: ok.

AN : $f'_2 = 1/(1/22.10^{-3} - 1/25.10^{-3}) \simeq 0.1833 \text{ m} = 18.33 \text{ cm}$

3 Témoin de liquide de rinçage d'un lave-vaisselle

Dans un lave-vaisselle, le témoin de liquide de rinçage consiste en un bouchon de verre d'indice $n_1=1,5$ qui trempe dans le liquide d'indice n_2 situé dans le réservoir. Le bouchon est constitué d'un corps cylindrique terminé par un cône de révolution représenté par un triangle rectangle isocèle dans le plan de coupe ci-dessous.



- 11. On considère un rayon lumineux arrivant en incidence normale sur le bouchon. Quelle est la valeur de son angle d'incidence i avec la normale au dioptre bouchon-liquide au point I ? Placer cet angle et la normale en question sur le schéma.

$$i = \pi/4 = 45^\circ.$$

- 12. On suppose le réservoir rempli d'un liquide d'indice $n_2=1,3$. Calculer l'angle de réflexion totale Λ (l'angle d'incidence limite à partir duquel il n'y a plus de rayon réfracté).

$$\Lambda = \arcsin \frac{n_2}{n_1} = \arcsin \frac{1,3}{1,5} \simeq 1.04848 \text{ rad} \simeq 60.07^\circ$$

- 13. Que peut-on en déduire quant au rayon incident en I (justifier)?

$i < \Lambda \Rightarrow$ Le rayon est réfracté dans le milieu d'indice n_2 (et s'écarte de la normale).

- 14. On vide maintenant le réservoir du liquide précédent. Le réservoir est donc maintenant rempli d'air ($n_2=1$). Calculer le nouvel angle de réfraction limite Λ' .

$$\Lambda' = \arcsin \frac{n_2}{n_1} = \arcsin \frac{1}{1,5} \simeq 0.79728 \text{ rad} \simeq 41.81^\circ$$

- 15. Que peut-on en déduire quant au rayon incident en I (justifier)? Compléter le schéma précédent en construisant le trajet du rayon après l'incidence en I (tracer tout le cheminement du rayon éventuellement réfléchi ou réfracté par la suite).

$i > \Lambda' \Rightarrow$ Le rayon est totalement réfléchi une première fois, puis une deuxième, puis revient vers le haut du bouchon (effet de type coin de cube).

- 16. Expliquer brièvement le fonctionnement de ce système (on place un détecteur de lumière sur le fond du réservoir).

Si le réservoir est plein, de la lumière parvient au détecteur. Si le réservoir est vide, il n'y a plus de lumière sur le détecteur : il est temps de remplir le réservoir!
