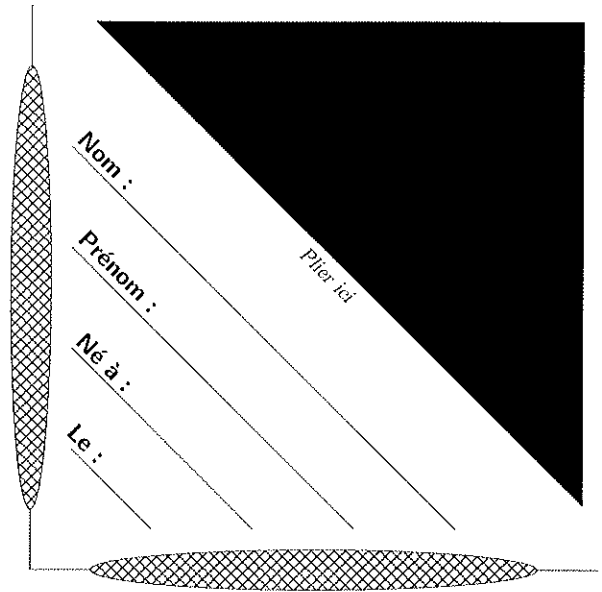


8 Octobre 2008 – Durée : 1h30

Note : CORRECTION

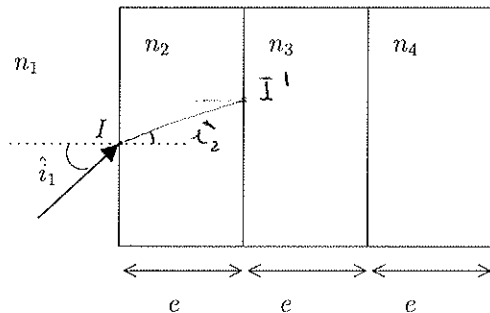
Cette feuille doit être cachetée par vos soins. Afin de faciliter le décajetage, n'opérez de fixation qu'à l'intérieur des ellipses hachurées

Documents non autorisés.



I. Un système optique, composé par trois milieux optiques d'indices  $n_2 = n_4 = 1.5$  et  $n_3 = 1$ , chacun d'épaisseur  $e = 1$  cm, est plongé dans l'eau ( $n_1 = 4/3$ ). Calculer le chemin optique d'un rayon lumineux incident au point  $I$ , du point  $I$  jusqu'au point où il émerge à nouveau dans l'eau, dans le cas suivants :

- a)  $\hat{i}_1 = 0$
- b)  $\hat{i}_1 = \arcsin \frac{4}{5}$



a)  $L = n_2 e + n_3 e + n_4 e = (n_2 + n_3 + n_4) e = 4 \text{ cm}$

b)  $n_1 \sin \hat{i}_1 = n_2 \sin \hat{i}_2$

$$L_{II'} = \frac{e}{\cos \hat{i}_2} \quad L_{II'} = \frac{n_2 e}{\sqrt{1 - \sin^2 \hat{i}_2}} = \frac{n_2 e}{\sqrt{1 - \frac{n_1^2}{n_2^2} \sin^2 \hat{i}_1}}$$

A la deuxième interface il y a réflexion totale car  $\frac{n_2}{n_3} \sin \hat{i}_2 = \frac{n_1}{n_3} \sin \hat{i}_1 > 1$

$$L = 2 L_{II'} = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 1 \text{ cm}}{\sqrt{1 - \frac{4}{9} \cdot \frac{16}{9} \cdot \frac{16}{25}}} = 4,267 \text{ cm}$$

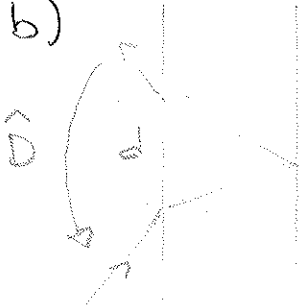
Le rayon a-t-il dévié spatialement et/ou angulairement ? Discuter les deux cas.

a) Non. Ni spatialement ni angulairement

b)

$$\hat{D} = 2 \hat{i}_1 = 2 \arcsin \frac{4}{5}$$

$$d = 2e \tan \hat{i}_2 = 2,02 \text{ cm}$$



2 Un plongeur observe les poissons dans la mer. Son masque est assimilé à un dioptre sphérique de rayon de courbure  $SC = +4$  cm, d'épaisseur négligeable et séparant l'eau ( $n = 4/3$ ) de l'air ( $n' = 1$ ). Le poisson observé est un objet (réel) de taille  $AB = 3$  cm, situé à 16 cm de  $S$  sur l'axe optique.

Le dioptre est-il convexe ou concave? Justifier votre réponse.

convexe  $\bar{R} > 0$

Etablir les expressions de  $SF$  et  $SF'$  en fonction des caractéristiques du dioptre et calculer la position des foyers objet  $F$  et image  $F'$  du dioptre.

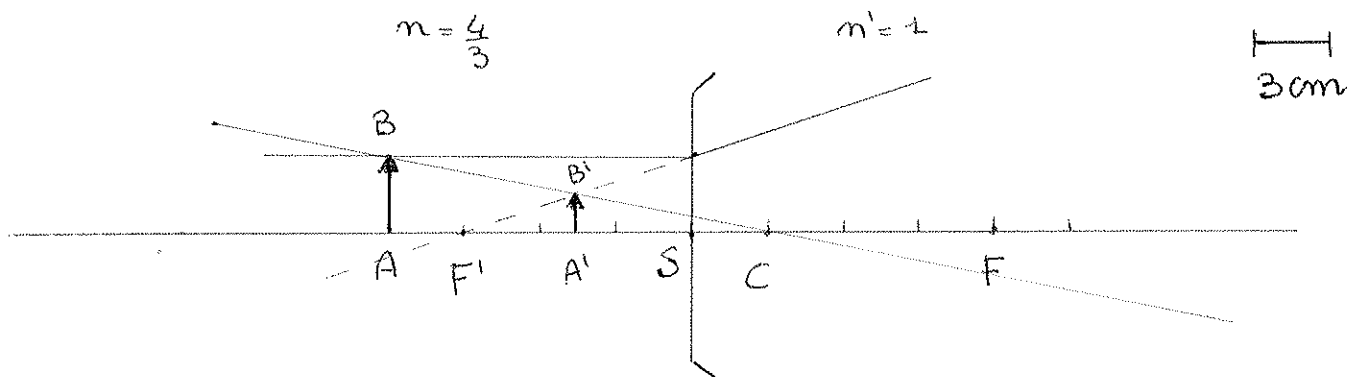
$$f' = S\bar{F}' = \frac{n'\bar{R}}{n' - n} = \frac{4}{-\frac{1}{3}} = -12 \text{ cm}$$

$$f = S\bar{F} = \frac{-n\bar{R}}{n' - n} = \frac{-\frac{4}{3} \cdot 4}{-\frac{1}{3}} = 16 \text{ cm}$$

Le dioptre est-il convergent ou divergent?

Divergent car  $V = \frac{n' - n}{\bar{R}} < 0$

Faire le schéma du dioptre, placer les foyers  $F$  et  $F'$  et trouvez graphiquement et algébriquement la position de l'image.



$$\frac{\frac{n'}{p'} - \frac{n}{p}}{\bar{R}} = \frac{n' - n}{\bar{R}}$$

$$\frac{n'}{p'} = \frac{\bar{R}n + (n' - n)p}{p\bar{R}}$$

$$p' = \frac{n'p\bar{R}}{\bar{R}n + (n' - n)p} = -6 \text{ cm}$$

3 L'indice de l'atmosphère varie en fonction de la distance du sol  $y$  selon la loi  $n(y) = n_0 + \Delta n e^{-y/h}$ . A quelle hauteur  $y_{max}$  un rayon lumineux issu du sol avec un angle  $i_1$  par rapport à la verticale fait-il demi-tour (réflexion totale)?

$$n(y=0) \sin i_1 = n(y_{max}) \sin \frac{\pi}{2}$$

$$n_0 + \Delta n e^{-y_{max}/h} = (n_0 + \Delta n) \sin i_1$$

$$e^{-y_{max}/h} = \frac{(n_0 + \Delta n) \sin i_1 - n_0}{\Delta n}$$

$$y_{max} = h \log \frac{\Delta n}{(n_0 + \Delta n) \sin i_1 - n_0}$$

4 a) On veut fabriquer un miroir sphérique avec grandissement de 1.5 (miroir de toilette). Quel est son rayon de courbure pour que ce grandissement soit obtenu quand on observe sa propre image alors que le visage est à 10 cm du miroir?

$$\gamma = -\frac{p'}{p} \quad p' = -\frac{\gamma}{p}$$

$$\frac{2}{\bar{R}} = \frac{1}{p} - \frac{1}{\gamma p} \quad \bar{R} = \frac{2p\gamma}{\gamma - 1} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 1,5}{0,5} = -60 \text{ cm}$$

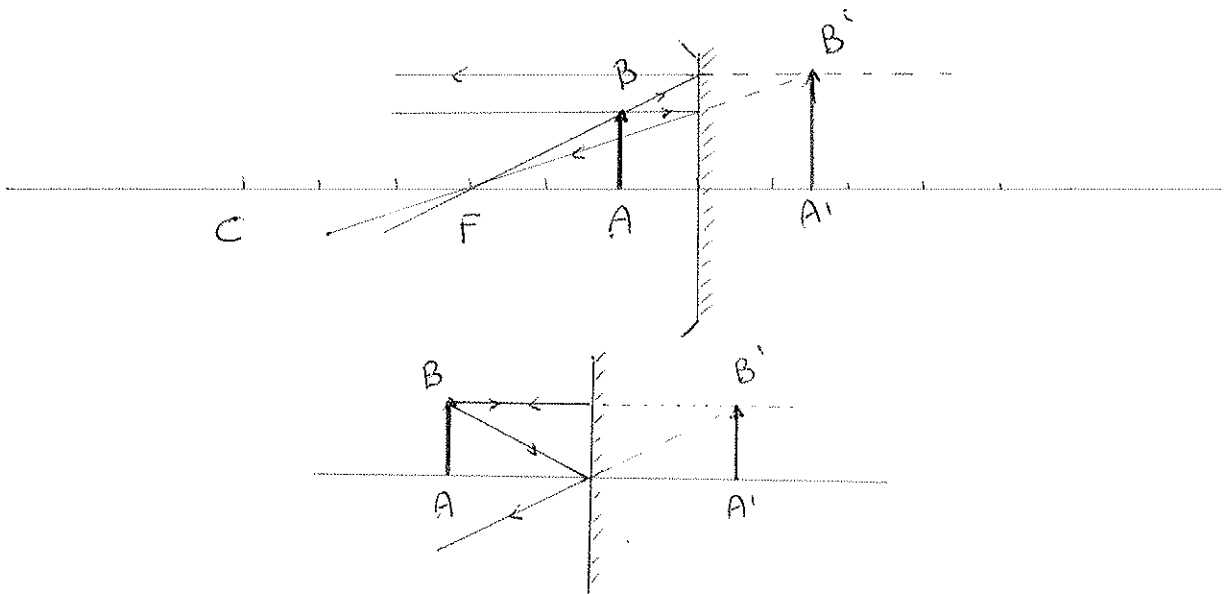
S'agit-il d'un miroir concave ou convexe?

concave car  $\bar{R} < 0$

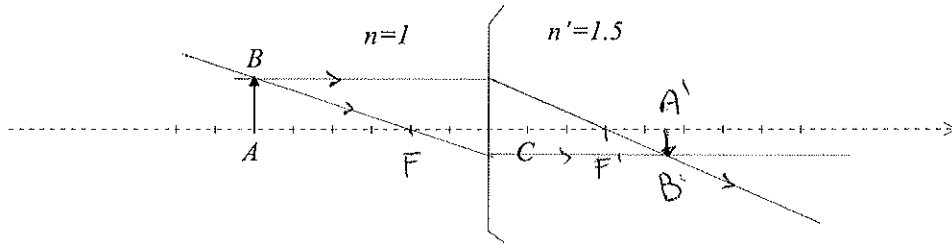
b) On veut maintenant un grandissement de 1. Quel est son rayon de courbure? De quel type de miroir s'agit-il?

$\bar{R} \rightarrow \infty$  miroir plan

Dans les questions a) et b) effectuez la construction des images pour les systèmes optiques et les objets considérés.



5 Pour chaque instrument optique de l'illustration suivante (dioptre ou miroir), calculer les positions des foyers (ou du centre de courbure) et trouver la position de l'image graphiquement et algébriquement. (La graduation de l'axe représente 1 cm).

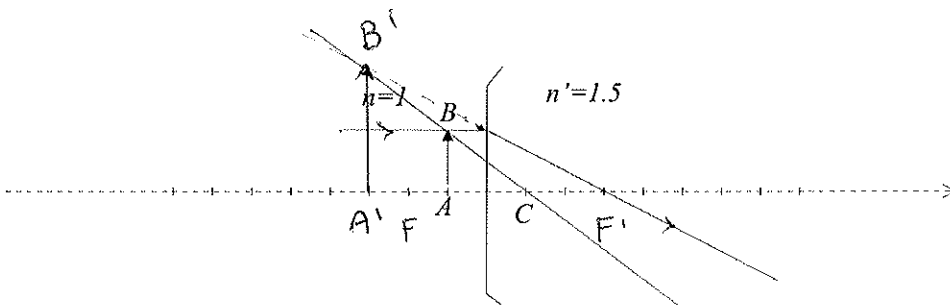


$$V = \frac{0,5}{1} = \frac{1}{2}$$

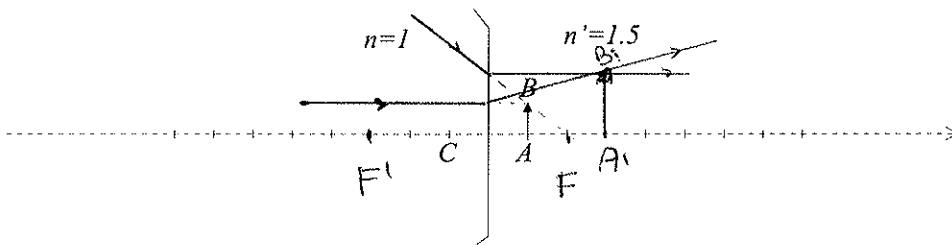
$$F' = 3$$

$$F = -2$$

$$p' = \frac{n' p \bar{R}}{\bar{R} n + (n' - n) p} = 4,5$$



$$p' = -3$$

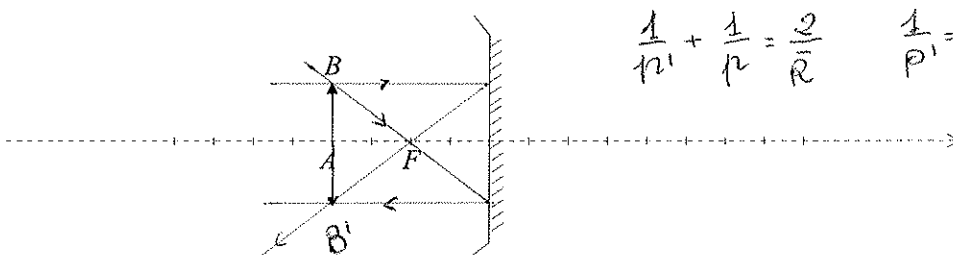


$$V = -\frac{1}{2}$$

$$F' = -3$$

$$F = 2$$

$$p' = \frac{1,5 \cdot 1 \cdot (-1)}{-1 \cdot 0,5 \cdot 1} = 3$$



$$\frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = \frac{2}{R} \quad \frac{1}{p'} = \frac{2}{R} - \frac{1}{R} = \frac{1}{R} \quad p' = \bar{R}$$