

Note :

CORRECTION

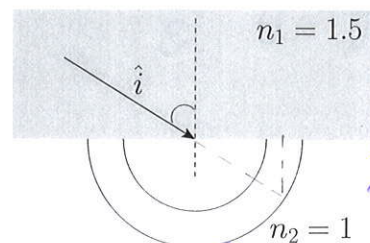
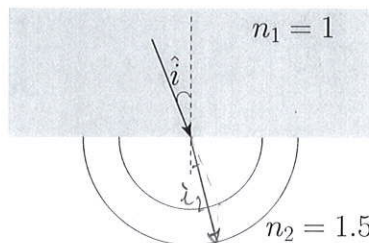
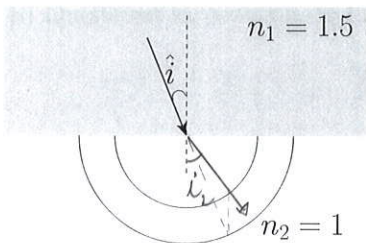
Cette feuille doit être cachetée par vos soins. Afin de faciliter le déchetage, n'opérez de fixation qu'à l'intérieur des ellipses hachurées

Documents non autorisés.

Nom : _____
 Prénom : _____
 Date : _____
 TD : _____

Plier ici

1. On dénote n_1 l'indice du milieu dans lequel se propage la lumière incidente. Construire géométriquement, s'ils existent, les rayons réfractés dans le milieu d'indice n_2 , associés aux rayons incidents par les trois figures suivantes.



le rayon réfracté n'existe pas : il y a réflexion totale interne

A quelle condition existe-t-il un rayon réfracté? Exprimer cette condition en fonction de l'angle d'incidence \hat{i} , et des indices n_1 et n_2 .

Si $n_1 < n_2$ il existe toujours un rayon réfracté

Si $n_1 > n_2$ il existe si $\hat{i} < \hat{i}_c$ t.q. $\hat{i}_c = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$

2. a) Ecrire la relation de conjugaison pour un dioptre sphérique séparant deux milieux d'indice n et n' ,

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

- b) en déduire l'expression de la position de l'image p' en fonction de la position de l'objet p , du rayon de courbure \bar{R} , et des indices n et n' ;

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

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

- c) écrire la vergence, la position du foyer image et du foyer objet par rapport au sommet du dioptre;

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

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

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

3. a) Ecrire la relation de conjugaison pour un miroir sphérique;

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

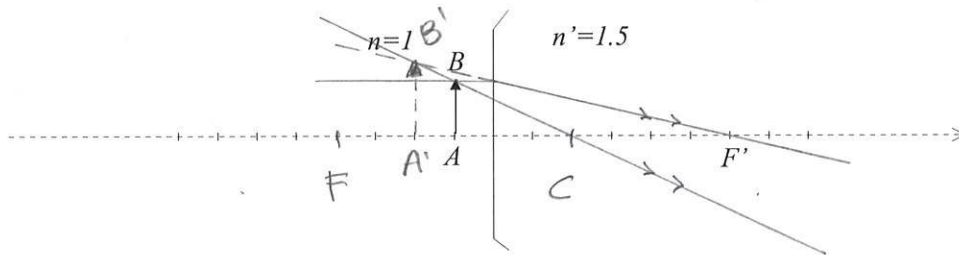
b) en déduire l'expression de la position de l'image p' en fonction de la position de l'objet p , du rayon de courbure R ;

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

c) écrire la position du foyer image et du foyer objet par rapport au sommet du miroir;

$$f' = f = \frac{R}{2}$$

4. Pour chaque instrument optique dans l'illustration suivante (dioptre ou miroir), calculer les positions des foyers (et/ou du centre), trouver la position de l'image graphiquement et algébriquement (en exploitant les relations trouvées aux questions 1.b et 2.b). Indiquer la nature de l'objet et de l'image.



objet réel
image virtuelle droite

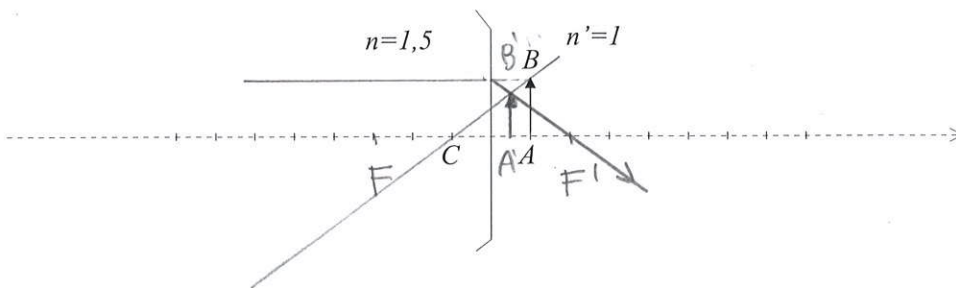
$$\begin{aligned} 1 \text{ cm} \quad f' &= 6 \text{ cm} \\ R &= \frac{(n' - n)f'}{n'} = \\ &= 2 \text{ cm} \\ f &= -4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$p' = \frac{(1,5)(-1) \cdot 2}{-0,5 + 2} = -2 \text{ cm}$$

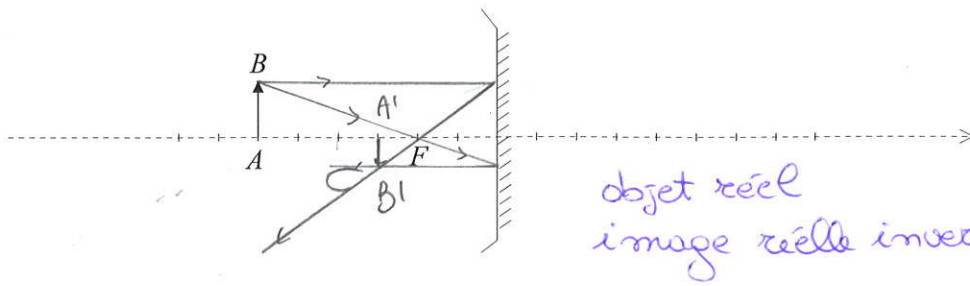
$$f' = \frac{1 \cdot (-1)}{-0,5} = 2 \text{ cm}$$

$$f = -3 \text{ cm}$$

$$p' = \frac{1 \cdot 1 \cdot (-1)}{-0,5 - 1,5} = \frac{1}{2} \text{ cm}$$



objet virtuel
image réelle droite



$$p' = \frac{(-6)(-4)}{-12+4} = -\frac{24}{8} = -3 \text{ cm}$$

objet réel
image réelle inversée

5. a) Quel est le foyer d'un miroir donnant, d'un objet réel de hauteur 1 cm, une image droite de hauteur 5 cm si $p = \overline{SA} = -2 \text{ cm}$?

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

$$\frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f'}$$

$$f' = \frac{p'p}{p'+p} = \frac{-\gamma p^2}{(-\gamma+1)p} = \frac{-\gamma p}{1-\gamma}$$

$$= \frac{-5(-2)}{-4} = -2,5 \text{ cm}$$

- b) Quelle est la position de l'image?

$$p' = -\gamma p = 10 \text{ cm}$$

- c) Déterminer pour ce miroir deux points conjugués (p et p') tel que le grandissement soit égal à 2.

$$\begin{cases} -\frac{p'}{p} = \gamma = 2 \\ \frac{1}{p'} + \frac{1}{p} = -\frac{2}{5} \end{cases}$$

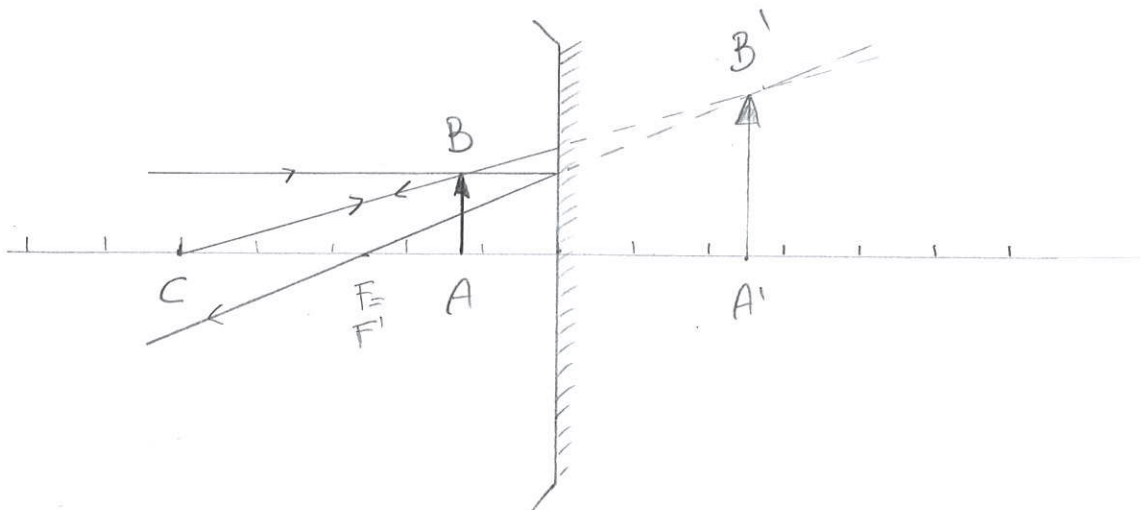
$$\begin{cases} \gamma = 2 \\ -\frac{1}{\gamma p} + \frac{1}{p} = -\frac{2}{5} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \gamma = 2 \\ \frac{\gamma-1}{\gamma p} = -\frac{2}{5} \end{cases}$$

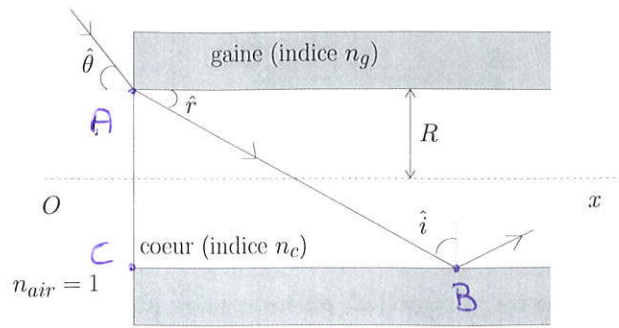
$$\Rightarrow p = -\frac{5}{2} \frac{(\gamma-1)}{\gamma} = -\frac{5}{4} = -1,25 \text{ cm}$$

$$p' = -\gamma p = 2,5 \text{ cm}$$

- d) Faire la construction graphique pour le cas (c).



6. Une fibre optique cylindrique d'axe Ox est constituée d'un coeur transparent, d'indice de réfraction n_c , entouré d'une gaine, elle aussi transparente, homogène et isotrope, d'indice de réfraction n_g . On désigne par R le rayon du coeur.



a) Quel est l'indice le plus grand ?

$$n_c$$

b) Déterminer \hat{i}_{min} en fonction de n_g et n_c , pour qu'il y ait propagation par réflexion totale dans la fibre.

$$\hat{i}_{min} = \hat{i}_c = \arcsin \frac{n_g}{n_c}$$

c) En déduire en fonction de n_g et n_c l'expression de θ_{max} qui définit le cône d'acceptance de lumière dans la fibre (au-delà duquel il y a des pertes par réfraction).

$$n_{air} \sin \theta = n_c \sin r = n_c \sin \left(\frac{\pi}{2} - i \right) = n_c \cos i$$

$$\Rightarrow \sin \theta_{max} = n_c \cos i_{min} = n_c \sqrt{1 - \sin^2 i_{min}} = n_c \sqrt{1 - \frac{n_g^2}{n_c^2}} = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$$

$$\theta_{max} = \arcsin \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$$

d) Calculer la différence $\delta \mathcal{L}$ des chemins optiques de deux rayons, un qui entre dans la fibre avec un angle θ_{max} , et le deuxième qui se propage parallèle à l'axe de la fibre, en fonction de la longueur L de la fibre, et des indices n_g et n_c .

$$d_1 = n_c \cdot AB \cdot \frac{L}{BC} = n_c \frac{2R}{\cos \hat{i}} \cdot \frac{L}{2R \tan \hat{i}} = n_c \frac{L}{\sin \hat{i}} = \frac{n_c^2 L}{n_g}$$

$$d_2 = n_c L$$

$$\delta d = n_c L \left(\frac{n_c}{n_g} - 1 \right)$$