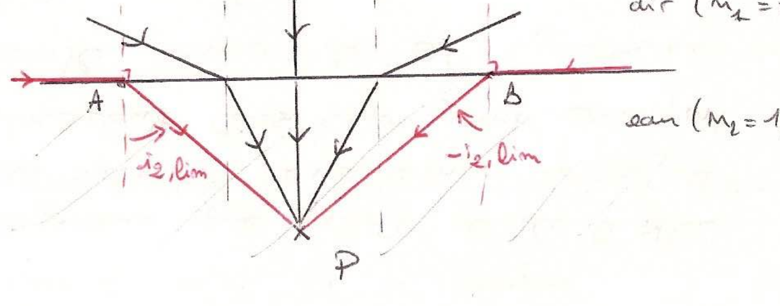
Ex. 3 Plongeur.

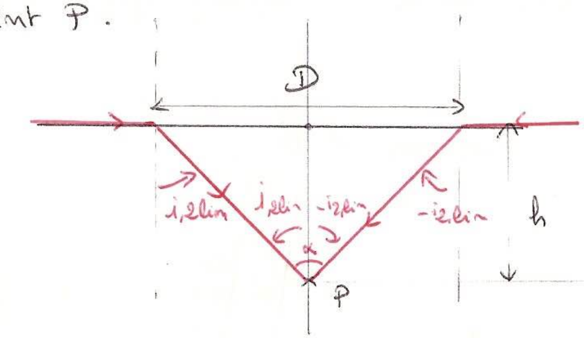
1) Il faut s'intéresser aux rayons pouvant atteindre le plongeur situé sous l'eau (point P)



$n_2 > n_1$, les rayons sont ici concernés par le phénomène de réfraction limite.

Les rayons quasi-rasants (provenant d'objets situés à très grande distance du plongeur) émergent du dioptre en faisant un angle $i_{2,lim} = \mathrm{Arcsin}\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$ avec la normale.

Aucun rayon frappant le dioptre en un pt situé au-delà de A et B ne peut atteindre le point P.



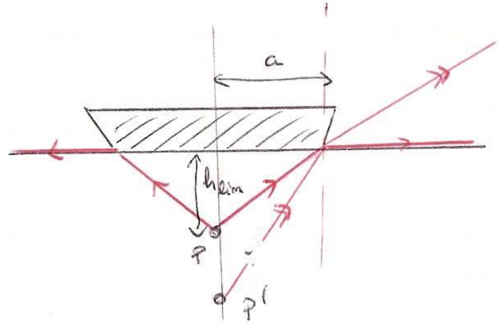
La largeur angulaire α du cercle vu par le plongeur vaut $\alpha = 2\, i_{2,lim}$

A.N. $\alpha = 2\,\mathrm{Arcsin}\left(\frac{1}{1{,}33}\right) = 1{,}70$ rad.

$\alpha = \frac{360}{2\pi} \times 1{,}70 = 98°$

Rq : le diamètre du cercle est donné par $D = 2h\tan(i_{2,lim}) = 2h\,\frac{n_1/n_2}{\sqrt{1 - n_1^2/n_2^2}} = 2h\,\frac{n_1}{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}$

2) Il faut que le plongeur se place à une profondeur h sous le navire telle qu'aucun rayon issu de P ne puisse atteindre un observateur à la surface.



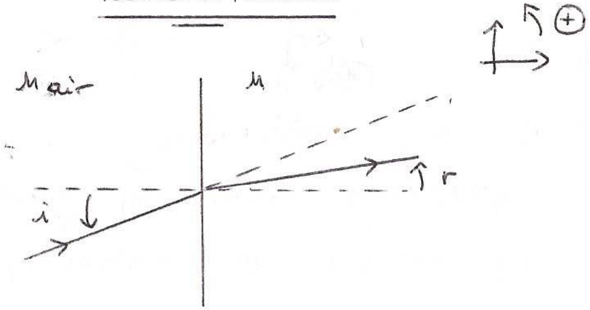
En utilisant le principe de retour inverse de la lumière on doit avoir

$$\frac{h_{lim}}{a} = \tan i_{2,lim}$$

Si $h > h_{lim}$ alors le plongeur est visible. (cas du plongeur P')

Ex 4 Rétroréflecteur

1)



L'exercice propose de noter r l'angle entre la normale au dioptre et le rayon réfracté. (*)

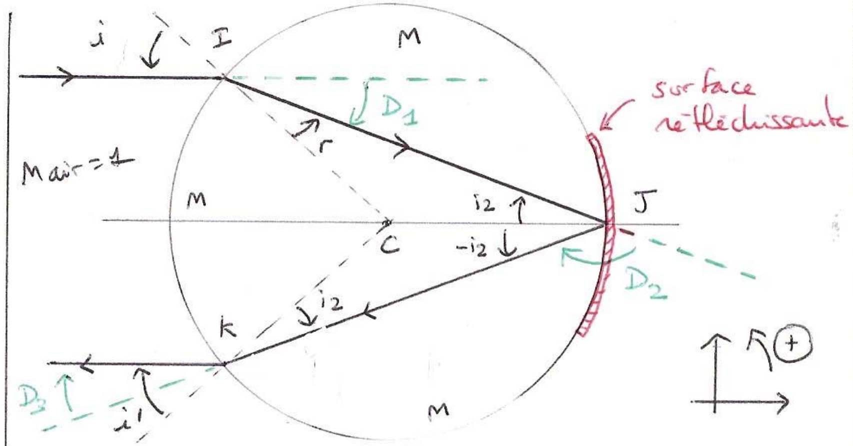
D'après les lois de Descartes : $n_{air} \sin(i) = n \sin(r)$

Or $n_{air} = 1$: $\sin(i) = n \sin(r)$

De plus $i \ll 1$, soit $\sin(i) \simeq i$.

Puisque $\sin(r) = \frac{1}{n} \sin(i)$ alors $\sin(r) \ll 1$ et $\sin(r) \simeq r$.

Finalement : $\underline{i = nr}$



$i = r - D_1 \iff \underline{D_1 = r - i} = \underline{r(1-n)}$

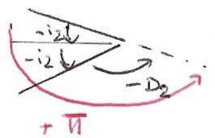
Les normales aux dioptres en I, J et K sont les rayons (CI), (CJ) et (CK) de la sphère.

(En effet, le rayon (CI) est $\perp$ au plan tangent à la sphère au point I).

Le triangle CIJ est isocèle (CI = CJ) alors $i_2 = -r$.

De plus : $\pi = -2 i_2 - D_2$

$\iff \underline{D_2 = -\pi - 2 i_2 = -\pi + 2r}$



(*) Ce n'est pas la notation du cours.
Cependant un tel changement de notation ne doit pas vous troubler.

Enfin, le triangle CJK est isocèle ($CJ = CK$) ; donc le rayon incident en K fait un angle i_2 avec la normale au dioptre.

D'après les lois de Descartes :

$$n_{air} \sin(i') = n \sin(i_2)$$

$$\Leftrightarrow \quad \sin(i') = n \sin(i_2).$$

or $i_2 = -r \ll 1$ donc $i' \simeq -nr$

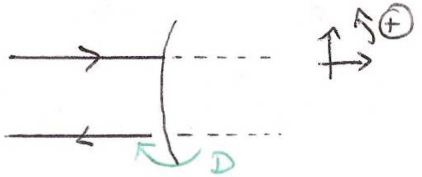
De plus $D_3 = i' - i_2 = i' + r = (1-n)r$

Finalement : $D = D_1 + D_2 + D_3$

$$= r(1-n) - \pi + 2r + r(1-n)$$

$$\underline{D = 4r - 2n - \pi} \quad 4$$

3). Le rayon est réfléchi dans la même direction que le rayon incident mais dans le sens opposé si $D = -\pi$, càd



$$4r - 2n = 0$$

$$\underline{\Leftrightarrow n = 2.} \quad 4$$