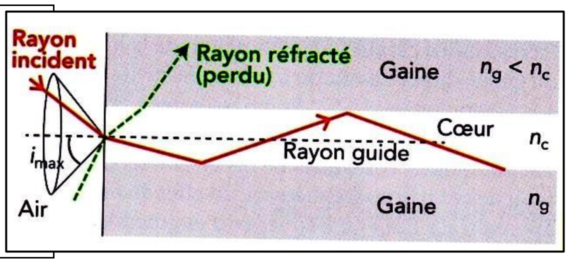
Chapitre 21. Correction. Exercices p : 557 n°29.
TRANSMISSION ET STOCKAGE DE L'INFORMATION

Un pas vers l'enseignement supérieur :

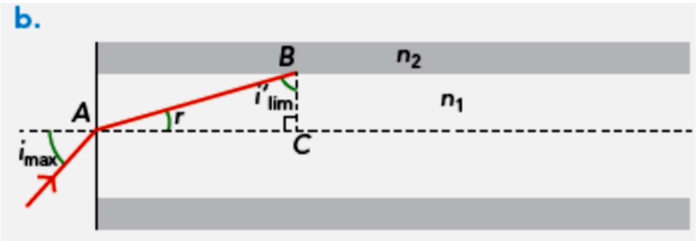
p : 557 n°29. Ouverture numérique d'une fibre optique **Compétences : Raisonner.**

Pour qu'un rayon soit guidé dans une fibre, il faut que sa direction à l'entrée se situe dans un cône appelé cône d'acceptance, d'angle au sommet i_{max}. Un rayon hors du cône d'acceptance sera réfracté à la surface séparant le cœur de la gaine et quittera la fibre. Il sera alors perdu.
L'ouverture numérique (ON ou NA en anglais) d'une fibre optique est un paramètre important. Une forte ouverture numérique permet de transmettre une grande quantité de lumière, même à partir d'une source assez divergente.
L'ouverture numérique ON de la fibre est définie à partir de i_{max} par ON = sin i_{max}



1.a. Établir la relation entre l'angle d'incidence i_{max} et l'angle de réfraction r (relation 1) lors de la réfraction entre l'air et le cœur.
 b. Recopier le schéma de la fibre optique en faisant apparaître les angles i_{max} et *r*.
2. Pour que le rayon se propage dans la fibre, il doit subir une réflexion totale sur la surface séparant le cœur de la gaine.
 On note i'_{lim}, l'angle d'incidence limite.
 a. Représenter l'angle d'incidence limite i'_{lim} sur le schéma.
 b. Que vaut l'angle de réfraction lorsque l'angle d'incidence est i'_{lim}.
 c. Démontrer que $\sin i'_{lim} = \frac{n_g}{n_c}$ (relation 2). n_g et n_c sont les indices de réfraction respectifs de la gaine et du cœur.
3. Exprimer l'angle r en fonction de i'_{lim}, puis sin r en fonction de i'_{lim} (relation 3).
 On pourra utiliser le cercle trigonométrique ou la relation sin (a -*b)* = sin a .cos b - sin *b* . cos a.
4. Déduire des relations 1, 2 et 3 l'égalité : $\sin i_{max} = \pm \sqrt{n^2c - n^2g}$. On considère que l'indice de l'air est égal à 1,00.
5. Faut-il que les indices du cœur et de la gaine soient proches ou très différents pour obtenir une grande ouverture numérique?

1. a. **Relation entre l'angle d'incidence i_{max} et l'angle de réfraction r (relation 1) lors de la réfraction entre l'air et le cœur.**
 Au point *I*, il y a une réfraction entre l'air et le coeur ; la loi de Snell-Descartes sur la réfraction s'écrit :
 $n_{air} \cdot \sin i_{max} = n_c \cdot \sin r$ or $n_{air} = 1{,}00$ donc : $\sin i_{max} = n_c \cdot \sin r$ (relation 1).



i'_{lim}, l'angle d'incidence limite.

2.a. Voir schéma ci-dessus.
 b. **Valeur de l'angle de réfraction lorsque l'angle d'incidence est i'_{lim}.**
 L'angle de réfraction vaut 90° pour un angle d'incidence i'_{lim}.
 c. **Démontrer que $\sin i'_{lim} = \frac{n_g}{n_c}$ (relation 2)**
 D'après la réponse 2b : $n_c \cdot \sin i'_{lim} = n_g \cdot \sin 90° = n_g$ donc : $\sin i'_{lim} = \frac{n_g}{n_c}$ (relation 2).

3. **Exprimer l'angle r en fonction de i'_{lim}, puis sin r en fonction de i'_{lim} (relation 3).**
 La relation entre les angles du triangle *ABC*, rectangle en *C*, induit : $i'_{lim} + r + 90° = 180°$, d'où : $r = i'_{lim} - 90°$
 soit : $\sin r = \cos i'_{lim}$ (relation 3).

4. **Déduire des relations 1, 2 et 3 l'égalité : $\sin i_{max} = \pm \sqrt{n^2c - n^2g}$**
 On combine les relations 1, 2 et 3. $\boxed{\sin i_{max} = n_c \cdot \sin r}$; $\boxed{\sin i'_{lim} = \frac{n_g}{n_c}}$ et ; $\boxed{\sin r = \cos i'_{lim}}$

 $\sin^2 r = \cos^2 i'_{lim} = 1 - \sin^2 i'_{lim} = 1 - \frac{n^2_g}{n^2_c}$; $\sin^2 i_{max} = n_c^2 . \sin^2 r = n_c^2 . 1 - \frac{n^2_g}{n^2_c}$ d'où $\boxed{ON = \sin i_{max} = \pm \sqrt{n^2c - n^2g}}$

5. **Faut-il que les indices du cœur et de la gaine soient proches ou très différents pour obtenir une grande ouverture numérique ?**
 Pour obtenir une grande ouverture optique, il faut que les indices soient les plus différents possibles.