Correction exercice du prisme

 	**Objectif**: Déterminer les caractéristiques du prisme **Connaissances nécessaires:** connaître (sinon revoir!): - angle d'incidence -angle de réfraction - rayon émergent - loi de Descartes sur la réfraction - dioptre plan	Progresser , c'est d'abord chercher sa propre solution ! Vérifier ensuite si mon résultat est le bon. Sinon consulter la correction détaillée

<u>Exercice1</u>

Rappel de l'énoncé :

Un prisme de verre d'indice n=1,6 et d'angle A = 30° est traversé par un rayon lumineux monochromatique. Le rayon incident tombe sur le prisme sous un

angle i=30° .

Déterminer l'angle de réfraction r sur la première face, l'angle d'incidence r' sur la deuxième face, l'angle d'émergence i' et la déviation totale créée par ce prisme.

n=1,6 A = 30° i = 30°

application de la loi de la réfraction sur le 1er dioptre plan air/verre : sin i = n sin r

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} \quad \rightarrow : \quad r = \arcsin\left(\frac{\sin i}{n}\right) \quad \text{et} \quad r = \arcsin\left(\frac{\sin 30}{1{,}6}\right) \quad \rightarrow \quad r = 18{,}21^o$$

A = r +r' → r' = A – r = 30º – 18,21º = 11,79º donc r' = 11,79º

loi de Descartes sur le 2ème dioptre plan verre/air : nsin r' = sin i' → i' = arcsin(nsinr')

par suite, i' = arcsin(1,6sin11,79º)= 19,08º → i' = 19,08º

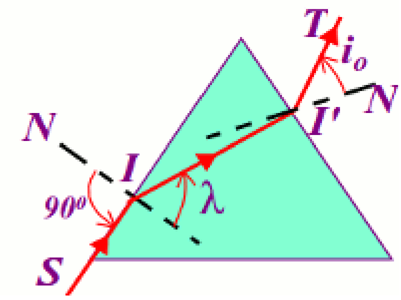
La déviation est donc : D = i + i' - A d'où D = 30° + 19,08° - 30° = 19,08° soit D = 19,08°

<u>Exercice 2</u>

Soit un prisme d'angle au sommet 30° et d'indice n=1,5
Donner les valeurs des angles d 'incidence, d'émergence et de l'angle de déviation totale dans les cas suivants :

1. incidence rasante
2. incidence normale
3. minimum de déviations
4. émergence rasante
5. émergence normale
6. Faire un schéma correspondant à chaque cas de figure.
7. déduire de cette étude les conditions d'émergence
8. tracer la courbe de variation de la déviation en fonction de l'incidence,

1- L'angle d'incidence vaut pour une incidence rasante i = 90°



Emergence du rayon lumineux :

Il faut que :

A < 2λ

$i_0 \le i \le \pi/2$

$$\lambda = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right) \quad = \quad 41{,}8°$$

l'angle d'émergence, i' = i_0 = -17,9° , en effet , sin i' = $\frac{3}{2} n \sin(A-\lambda)$ **i' = -17,9°**

Si i = 90°, alors r est l'angle critique λ=41,9°, r' = A - λ = -11,83°

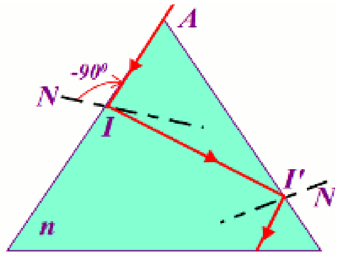
L'angle r' négatif : le rayon juste avant I' est situé au-dessous de la normale à côté de la base du prisme.

$$\sin(i') = \frac{3}{2}\sin(-11{,}83°) = -17{,}87°$$

L'angle i_0 est négatif le rayon émergent I'R est situé au-dessus de la normale i.e du côté de l'arête.

Ainsi, de la condition *$i_0 \le i \le 90°$* , et d'après le principe de retour inverse de la lumière, lorsque l'angle d'incidence vaut $i = i_0$, l'angle d' émergence vaut 90° réciproquement.

L'angle de déviation totale :

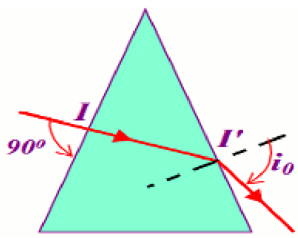


D_0 = 90° - 17,87° - 30° = 42,17°

Si on considère le cas où le rayon incident arrive rasant de l'autre côté de la normale (i=90°)

Alors r = -λ et r' = A + λ . L'angle r' est supérieur à l'angle limite λ quelque soit A, ce rayon subit toujours le même phénomène de réflexion totale sur la deuxième face du prisme.

2- Incidence normale:



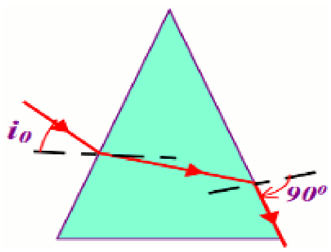
Il y aura émergence car, *i = 0°* et *i_0 = -17,9°*

Il en résulte que r = 0° : le rayon incident n'est pas dévié par la première face du prisme, **r' = A** et i' tel que :

sin(i') = n sin(r') = n sin(A) ; **i' = 48,59°**

La déviation totale vaut : **D = i' - A = 18,59°**

3. Émergence rasante



l'angle d'incidence i a la valeur i_0 tel que ;

$\sin(i_0) = n\sin(A-\beta) \rightarrow i_0 = -17{,}87°$

La déviation totale est donc : D = 42,17°

4- Émergence normale

L'angle d'incidence *i = 48,59°, i = 0°, et la* déviation D = 18,59°

Minimum de déviation

Nous venons de voir toutefois que, pour une valeur donnée il y a deux valeurs de l'angle d'incidence, correspondant aux deux trajets inverses de lumière. La déviation se produit pour une seule valeur de l'angle d'incidence c'est que celui-ci est la même pour les deux trajets inverses. On a i = i', r = r' et A = 2r

L'angle d'incidence i a la valeur im donnée par $\sin(i_m) = n \sin(\frac{A}{2})$ $i_m = 22{,}89°$

La déviation D a la valeur D_m donnée par l'équation $D_m = 2i_m - A$; $D_m = 15{,}78°$

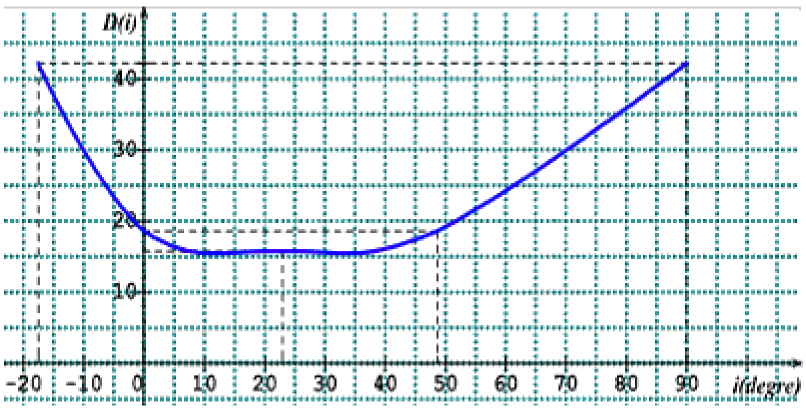
Les conditions d' émergence sont celles énoncées précédemment.

$A \leq 2\lambda$ io = sin-1(n.sin(A - λ)) , $\lambda = \sin^{-1}(\frac{1}{n})$ = 41,9°

$i_o \leq i \leq \frac{\pi}{2}$

La courbe D = f(i) suivante illustre ces conditions d'émergence

i(°)	*i= i_0 = -17,89°*	*0°*	*i= i_m = -22,89°*	*48,59°*	*90°*
D(i)	*D = D_0 = 42,17°*	*18,59°*	*D = D_m = 15,79°*	*18,59°*	*D = D_0 = 42,17°*

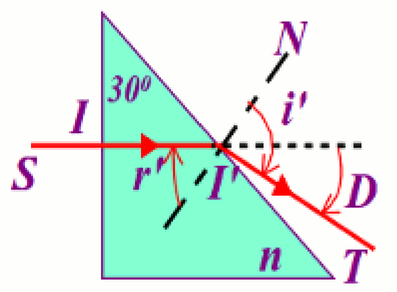


Exercice 3

Un prisme d'angle A et d'indice n=1,5 est éclairé par un rayon incident perpendiculaire à la face d'entrée du prisme.
Tracer la marche du rayon lumineux et calculer la déviation D dans les deux cas suivants :
1- A = 30° et A = 60°

Pour A = 30°

L'angle d'incidence est nul (i = 0°) , l'angle r est également nul (r-0°) on a donc r' = A = 30°



$i' = \sin^{-1}(\frac{1}{n}\sin A)$ = 48,6° soit i' = 48,6°

Calcul de la déviation : D = i' - r' = 18,6°

Pour A = 60°

L'angle d'incidence est nul (i=0°)

On a donc r’ = A = 60°

Calculons l’angle critique de la deuxième face

$\sin\lambda = \dfrac{1}{n}$; $\lambda = \sin^{-1}\left(\dfrac{1}{n}\right) = 41{,}8°$

r’ > λ le rayon réfléchi subit une reflexion totale en i’

la déviation totale est D = π – 2r’ = 60°

Exercice 4

Un prisme d’indice n = 1,5 a pour section droite un triangle équilatéral

1- Déterminer l’angle de déviation minimale lorsque le prisme est placé dans l’air

2- Quelle est la valeur de l’angle de déviation minimale Dm lorsque le prisme est plongé dans l’eau d’indice 4/3.

La déviation minimale lorsque i = i’, r = r’ = A/2 , Dm = 2i_m – A , $i_m = \dfrac{D_m + A}{2}$

De la relation sin i = n sin r’ on a $n = \dfrac{\sin i_m}{\sin r} = \dfrac{\sin\dfrac{(D_m + A)}{}}{\sin\dfrac{A}{2}}$

¿

Determinons l’angle de deviation minimale lorsque le prisme est placé dans l’air . Il suffit d’évaluer Dm dans la formule précédente : $D_m = 2\sin^{-1}\left(n\sin\dfrac{A}{2}\right)$ soit Dm = 37,2°

Determinons l’angle de deviation lorsque le prisme est placé dans l’eau d’indice 4/3

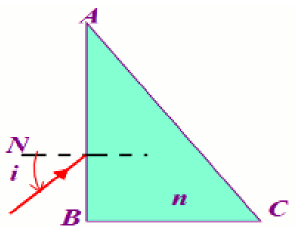
$n_0 \sin i_m = n \sin r$ ceci implique $D - m = 2\sin^{-1}\left(\dfrac{n}{n_0}\sin\dfrac{A}{2}\right)$ *soit Dm = 8,03°*

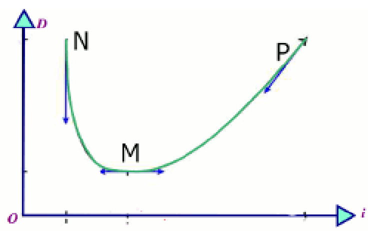
Exercice 5

Un prisme de verre de section principale ABC rectangle en B dont l’angle au sommet est A = 75° est placé dans l’air. Un rayon monochromatique pour lequel le verre a pour indice n = 1,6328 arrive en i sur la face AB sous l’incidence i au-dessous de la normale .

1- Rappeler la condition sur l’angle i pour que le rayon émerge par la face AC.

2- La variation de la déviation D en fonction de l’angle d’incidence a l’allure représentée sur la figure ci-dessous :





Donner les coordonnées des points M, N, et P.

Tracer dans chaque cas la marche des rayons lumineux pour les angles corrrespondant aux points M, N, P.

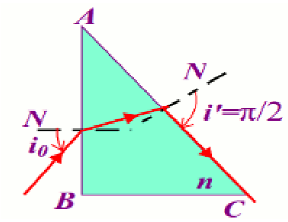
1-Pour que le rayon émerge par la face la face AC, l’angle d’incidence i doit vérifier l’inégalité suivante :

$i_0 \leq i \leq \dfrac{\pi}{2}$ *avec* $\sin i_0 = n \sin(A - \beta)$

2- Coordonées des points N, M et P

Au point N :

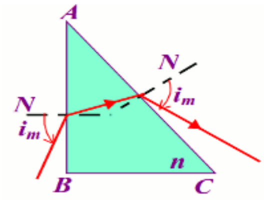
Le point N correspond à i = i_0 = 81,1° et a l'émergence rasante (i = 90°)



D = i_0 + 90 – A = 96,1° soit $\boxed{N\begin{pmatrix} 81,1^0 \\ 96,1^0 \end{pmatrix}_{(i,D)}}$

Au point M :

Le point M correspond à la déviation minimale pour laquelle :

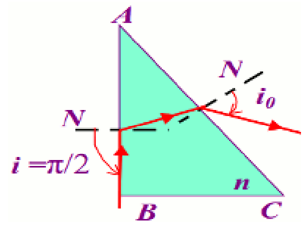


$i = i' = i_m$, $r = r' = \dfrac{A}{2}$ $Dm = 2im - A$ $\sin i_m = n \sin \dfrac{A}{2}$

i_m = 83,7° et D_m = 92,4° $\boxed{M\begin{pmatrix} 83,7^0 \\ 92,4^0 \end{pmatrix}_{(i,D)}}$

Au point P :

Le point P correspond à une incidence rasante i = 90°



on a : $i' = i0 = 81,1°$ et $D = 96,1°$ $\boxed{P\begin{pmatrix} 90^0 \\ 96,1^0 \end{pmatrix}_{(i,D)}}$

3- Traçons dans chaque cqs la marche du rayon lumineux et la courbe de déviation totale D en fonction de l'angle d'incidence