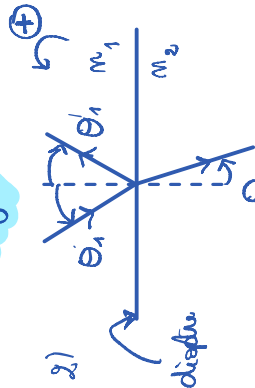


Entraînements - Boîtes optiques géométrique

Halo solaire

1) $n = \frac{c}{v}$



2) la rayon réfracté existe toujours si $n_2 > n_1$, mais si $n_2 < n_1$ il existe si $\theta_i > \theta_{i,c}$ tel que $\sin \theta_{i,c} = \frac{n_2}{n_1}$ soit $\theta_i > \arcsin(\frac{n_2}{n_1})$

3) $\theta_{i,c} = 49,8^\circ$

4) la valeur minimale de α est obtenue pour $i_{max} = \frac{\pi}{2}$.
 $i_{max} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow i_{2,max} = \arcsin(\frac{1}{n_g}) = 49,8^\circ$
 Dans IFJ: $\frac{\pi}{2} - i_2 + \frac{2\pi}{3} + \frac{\pi}{2} - \alpha = \pi \Rightarrow \alpha = \frac{2\pi}{3} - i_2$
 $\alpha_m = 180 - 49,8 \Rightarrow \alpha_m = 70,2^\circ$

$\alpha_m > \theta_{i,c}$: il y a réflexion totale $\rightarrow$ pas de rayon émergent



pas de déviation mais 1 décalage

5) 1ère réfraction: $\sin i = n_g \sin r$ 2° réfraction: $\sin i' = n_g \sin r'$

Δ angles orientés

- les rayons réfractés et réfléchis $\in$ au plan d'incidence
- loi de la réfraction: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
- loi de la réflexion: $\theta_1 = -\theta_1'$

8. Dans le triangle IGT: $\frac{\pi}{2} - r + \frac{\pi}{2} + r' + \beta = \pi \Rightarrow \beta = r - r'$

9. $\delta = \underbrace{-i + r + i' - r'}_{\delta_1} = i' - i + \beta$ $\delta = \delta_1 + \delta_2$ $\delta_2 = i' - i + \beta$

10. si $i = -i'$ $r = -r'$ $\beta = 2r$ $r = \frac{\beta}{2}$

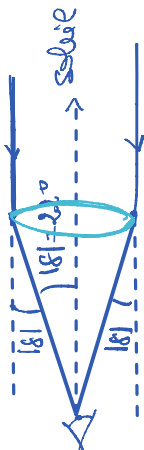
11. $\sin i = n_g \sin r$ $i = \arcsin(1,31 \times \sin(30))$ $i = 40,9^\circ$

12. $|\delta| = i - i' - \beta = 2 \times 40,9 - 60$ $|\delta| = 21,8^\circ$ en accord avec le graphique

(graphiquement entre 30° et 50°)

13. les incidences proches du minimum de déviation sont quasiment déviées dans la même direction. Il y a une accumulation de lumière dans cette direction.

la symétrie de réfraction explique la forme circulaire



14. loi de Cauchy: $n_g(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$

En traçant n_g en fonction de $\frac{1}{\lambda^2}$, on peut obtenir A et B à l'aide d'une régression linéaire: B est la pente et A l'ordonnée à l'origine.

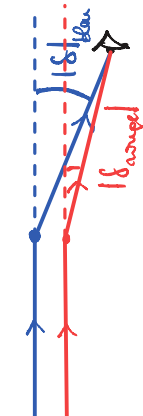
$A = 1,29$
 $B = 5,26 \times 10^{-3} \mu m^2$

$|\delta| = 2i - \beta$

$r = 30^\circ$ $\sin i = n_g \sin r$

$n_{bleu} > n_{rouge} \Rightarrow i_{bleu} > i_{rouge}$

$|\delta|_{bleu} > |\delta|_{rouge} \Rightarrow$ le bleu est à l'extérieur



Arc en ciel

1. O I J et O I J triangles isocèles $\Rightarrow \alpha_1 = \pi$ $\alpha_2 = \alpha_3 = \pi$

loi de la réflexion $\Rightarrow \alpha_2 = \alpha_3 = \pi$

réfraction en I: $\sin i = n \sin r$

réfraction en K: $\sin \alpha_2 = n \sin \alpha_3 = n \sin r \Rightarrow \alpha_2 = i$

2. $D = d_1 + d_2 + d_3 = i - r + \pi - 2r + i - r \Rightarrow D = 2i - 4r + \pi$

3. en I $r \leq \arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$ ou $\arcsin\left(\frac{1}{n}\right)$ est l'angle limite au-delà duquel on peut observer 1 réflexion totale en J $\alpha_2 = r < \arcsin\left(\frac{1}{n}\right) \Rightarrow$ pas de réflexion totale en J

4. Chaque réflexion dévie d'1 angle $d = i - r$, chaque réflexion dévie de $d' = \pi - 2r$.

$D = 2(i - r) + 2(\pi - 2r) = 2\pi + 2i - 6r$

5. la réflexion: $D = 2(i - r) + 2(\pi - 2r) = 2i - 2r + 2(\pi - 2r)$

6. $\cos i = n \frac{dr}{di} \cos r$

7. $\frac{dD}{di} = 2 - 2(l+1) \frac{dr}{di} = 2 - 2(l+1) \frac{\cos i}{n \cos r}$

8. minimum de déviation: $\left(\frac{dD}{di}\right)_{i=i_m} = 0 \Leftrightarrow \cos i_m = n \frac{\cos r_m}{l+1}$

$\cos r_m = \sqrt{1 - \sin^2 r_m} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 i_m}{n^2}} = \frac{n^2}{(l+1)^2} \left(1 - \frac{1 - \cos^2 i_m}{n^2}\right)$

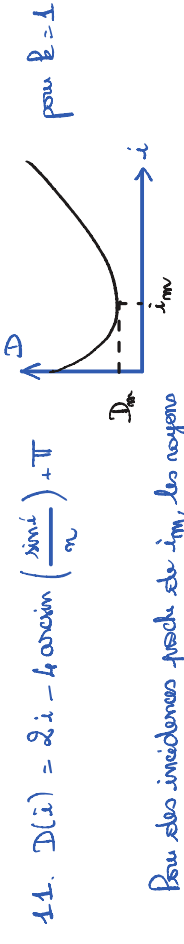
$\cos^2 i_m = \frac{n^2 - 1 + \cos^2 i_m}{(l+1)^2} \Rightarrow \cos^2 i_m = \frac{n^2 - 1}{(l+1)^2 - 1}$

9. $l = 1$: $i_{m,1} = 59,39^\circ$ $l = 2$: $i_{m,2} = 71,93^\circ$

Pour $l = 0$, l'équation précédente n'admet pas de solution.

10. $D_{m,1} = 2i_{m,1} - 4r_{m,1} + \pi$ on calcule r_m avec $r_m = \arcsin\left(\frac{\sin i_m}{n}\right)$
 $D_{m,2} = 2\pi + 2i_{m,2} - 6r_{m,2}$

en degré: $D_{m,1} = 137,96^\circ$ $D_{m,2} = 230,96^\circ$



Pour des incidences proches de i_m , les rayons

émergent de la goutte quasiment dans la même direction ($D \approx D_m$). Il y a "accumulation" de lumière dans cette direction, ce qui rend le phénomène visible.

En l'absence de minimum de déviation ($l = 0$), il n'y a pas cette accumulation dans une direction donnée: on ne voit pas d'arc en ciel.

12. $\alpha_{m,1} = \pi - D_{m,1}$ $\alpha_{m,2} = D_{m,2} - \pi$

13. Les rayons émergents des gouttes lumineuses ($D = D_m$) engendrant une surface conique de sommet O et de demi-angle au sommet $\alpha_m \Rightarrow$ les gouttes lumineuses sont situées sur 1 cercle de rayon angulaire α_m .

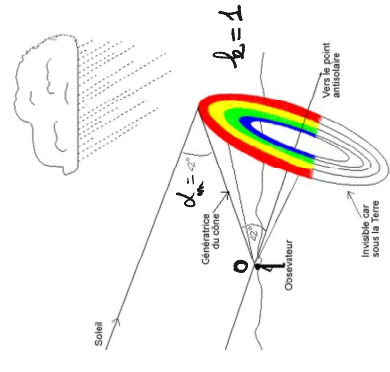
14. a) $\lambda = 400 \text{ nm}$ violet
 $\lambda = 800 \text{ nm}$ rouge

b) $l = 1$ $\alpha_{m,1,b} = 41,32^\circ$ $\alpha_{m,1,r} = 42,76^\circ$

c) $l = 2$ $\alpha_{m,2,b} = 52,26^\circ$ $\alpha_{m,2,r} = 49,66^\circ$

le 2° arc en ciel se situe au dessus du 1er

puisque $\alpha_{m,2} > \alpha_{m,1}$ et les couleurs sont inversées.



15. Il y a une perte d'intensité à chaque réflexion car elles ne sont pas totales (0,93)