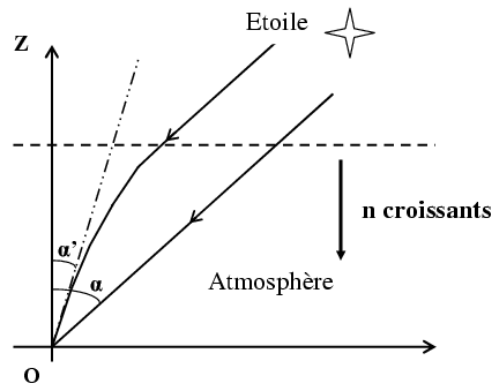


La lumière dans l'atmosphère

1 La réfraction atmosphérique

L'espace est orienté par l'axe vertical (Oz) ascendant, l'origine O étant choisie au niveau du sol. En 0 ($P_0 = 1$ bar et $T_0 = 300$ K) l'indice de l'air vaut $n_0 = 1,00029$. Cet indice décroît continûment jusqu'à la valeur $n = 1$ aux confins de l'atmosphère.

On considère l'atmosphère comme une succession de tranches parallèles, infiniment fines dont les faces sont orthogonales à l'axe z. Entre les coordonnées z et $z + dz$, l'indice de l'air est $n(z)$. On néglige le caractère dispersif de l'air : l'indice $n(z)$ correspond à une certaine longueur d'onde du spectre visible.



Du point O, on repère la direction d'une étoile de diamètre apparent négligeable. Sans atmosphère, l'angle α (distance zénithale) entre la direction de l'étoile et la verticale (Oz) en O serait directement mesuré. En présence de l'atmosphère, la position apparente de l'étoile diffère de sa position réelle : on relève une distance zénithale apparente α' au lieu de α .

- 1) Énoncez les lois de Descartes pour la réfraction.
- 2) Montrez que pour un rayon lumineux frappant la couche d'indice $n(z + dz)$ sous l'incidence $i(z + dz)$ on a la relation : $n(z)\sin(i(z)) = cste$.
- 3) Dédurre de la relation précédente une expression de l'équation différentielle de la trajectoire suivie par ce rayon en fonction de $n(z)$.
- 4) Montrer que les valeurs de α' admettent une limite théorique α_l lorsque les distances zénithales sont importantes. Calculer α_l .

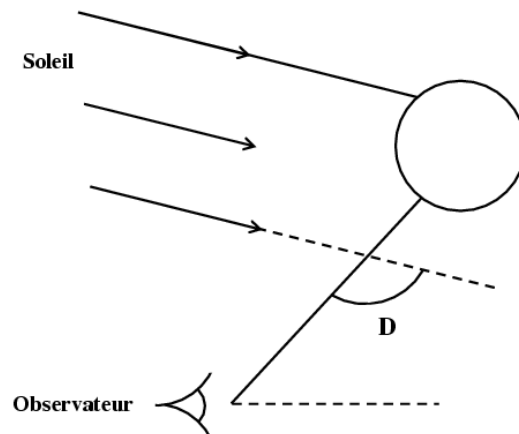
5) On pointe le centre de la Lune, situé à $D = 385\,000$ km de la surface de la Terre, avec une distance zénithale apparente $\alpha' = 50^\circ$.

Quelle erreur commet-on sur la position du centre de la Lune ?

6) Compte tenu de ce qui précède, quels conseils peut-on donner pour l'installation d'un observatoire ?

2 L'Arc en ciel

On considère une goutte sphérique de rayon R et d'indice n , recevant des rayons lumineux provenant du soleil supposé ponctuel et à l'infini. Le rayon lumineux pénètre dans la goutte sous une incidence i , y subit une réflexion interne et en ressort.



1) Déterminer la déviation D pour le rayon sorti de la goutte.

2) Montrer que cette déviation passe par un extrémum pour une valeur i_m de i .

3) Pourquoi observe-t-on toujours un cercle ou un arc de cercle ? Deux observateurs distants de quelques mètres voient-ils la même image du phénomène ?

4) Etude de la dispersion.

En posant $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$ (A et B positifs) indiquer l'ordre de déviation des couleurs pour un observateur terrestre de la couleur la plus déviée à la moins déviée.

Comment expliquez-vous parfois la présence d'un deuxième arc en ciel ?