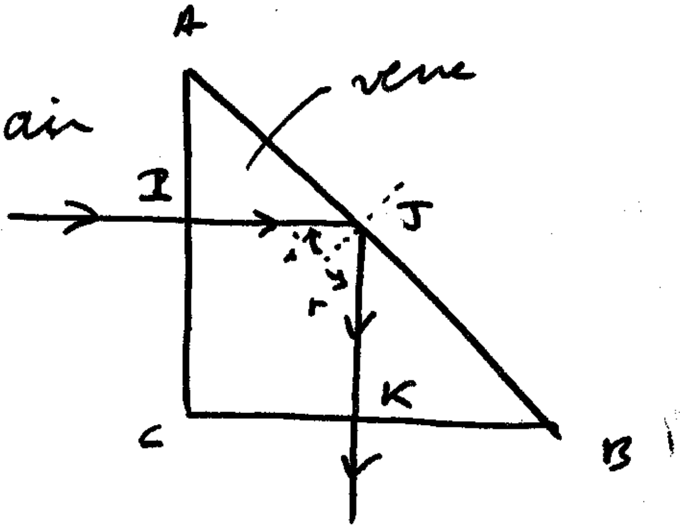
DM02 : Correction

Exercice 1 : Prisme à réflexion totale



1) Le rayon incident n'est pas dévié, car il arrive perpendiculairement au dioptre.

2) On a réflexion totale si :

→ 1) $n_{\text{incident}} > n_{\text{émergent}}$

→ 2) que l'angle d'incidence est supérieur à un certain angle limite :

$$n \sin i_{lim} = n_0 \times 1, \quad \sin i_{lim} = \frac{n_0}{n}.$$

On doit alors avoir :

$$\boxed{i > \arcsin n_0/n = 42^\circ}$$

3) Le triangle ABC est isocèle rectangle, les angles $\widehat{CAB}$ et $\widehat{CBA}$ sont égaux à 45°. On a aussi (IJ) parallèle à (CB), $\widehat{IJA}$ est identique à $\widehat{CBA}$. On a alors :

$$\boxed{i = \frac{\pi}{2} - \widehat{IJC} = 45^\circ.}$$

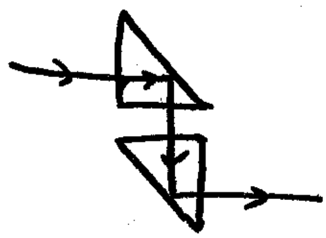
4) On a $\boxed{i > i_{lim}}$, on a le phénomène de réflexion totale !

5) D'après les relations de Descartes,

$$i = -r,$$

alors $i - r = 90°$, (JK) est parallèle à (AC), et le rayon émerge en K sans être dévié, car il arrive perpendiculaire au dioptre.

6) Il faut en placer un second qui sera tourné de 180°.

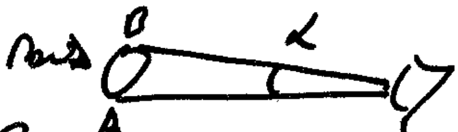


Exercice 2 : Lunette de Galilée

---

1) On sait que la limite de résolution d'un oeil est de l'ordre d'une minute d'arc, soit 3×10^{-4} rad.

2) On a la situation



d'où : $\tan \alpha \simeq \alpha = \dfrac{2R}{d_{T.M}}$ avec d_{TM} la distance Terre - Mars. On se place dans le cas le plus favorable, quand la planète est la plus proche de l'observateur, alors $\boxed{\alpha = 1 \cdot 10^{-4} \text{ rad}}$, la planète apparaît sous la forme d'un point. On ne peut donc pas distinguer le cratère.

3) Ici, $\alpha << 1$ et la planète est placée sur l'axe optique, on est dans les conditions de Gauss.

On rappelle qu'on est dans les conditions de Gauss si on a :

→ des rayons proches de l'axe optique,

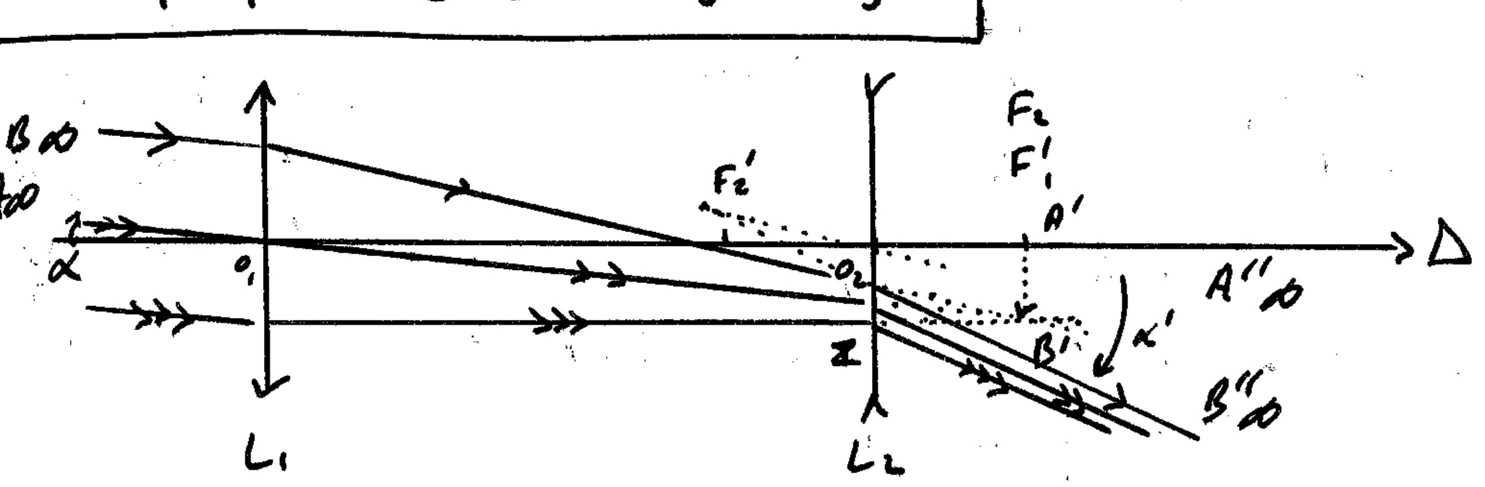
→ des rayons faiblement inclinés par rapport à l'axe optique.

4) Pour observer A''B'' sans accommoder, elle doit se placer à l'infini. Dans ce cas, on forme un système afocal, l'image A'B' doit se placer dans les plans focaux image de L_1 et objet de L_2.

5) On a alors : $\Delta = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'O_2}$

$$\boxed{\Delta = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_2O_2} = f_1' + f_2'}$$

6)



L'image A'B' est une image réelle pour L_1, un objet virtuel pour L_2

7) cf. schéma

8) Dans le triangle $O_1 A'B'$, on a :

$$\boxed{\tan \alpha \simeq \alpha = \frac{\overline{A'B'}}{f_1'}}$$

9) Dans le triangle $O_2 I F_2'$, on a :

$$\boxed{\tan \alpha' \simeq \alpha' = \frac{\overline{O_2 I}}{-f_2'} = -\frac{\overline{A'B'}}{f_2'}}$$

10) On a alors :

$$\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{f_1'}{f_2'}} = 5.$$

11) On en déduit alors $\alpha' = G\alpha = 6 \cdot 10^{-4}$ rad, la planète sera visible sous la forme d'une tâche lorsqu'elle est proche de la Terre.

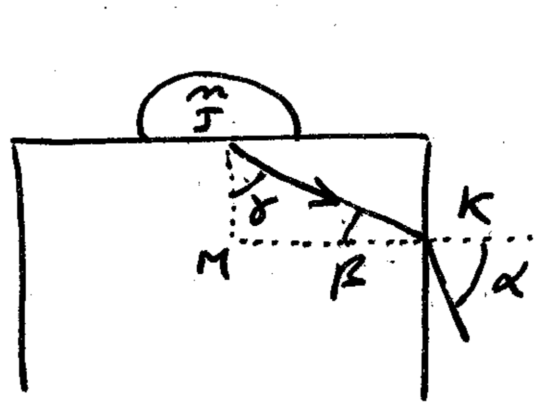
Exercice 3 : Mesure d'un indice optique

---

1) On a :

→ d'après la relation de Descartes :

$$\sin \alpha = N \sin \beta.$$



→ dans le triangle JKM

$$\pi = \frac{\pi}{2} + \beta + \gamma,$$

→ et vu que γ est mesuré à la limite de réfraction totale, on a :

$$N \sin \gamma_{lim} = n \times 1.$$

On a alors :

$$N \sin \gamma_{lim} = N \sin\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = N \cos\beta = n,$$

et $N \sin \beta = \sin \alpha$.

On en déduit que :

$$N^2 (\cos^2 \beta + \sin^2 \beta) = n^2 + \sin^2 \alpha,$$

$$\boxed{n = \sqrt{N^2 - \sin^2 \alpha} = 1,376.}$$

2) Ici, le principe du réfractomètre est basé sur la réfraction totale.

Il faut donc avoir :

$$\boxed{N > n.}$$