

## Devoir maison n°1. Optique. PTSI. A rendre le mardi 17 septembre. Facultatif.

Le conjugué  $A'$  d'un point  $A$ , par une lentille mince sphérique, de centre optique  $O$ , de foyers  $F$  et  $F'$ , de distance focale image  $f'$ , vérifie les relations suivantes :

Pour  $A \xrightarrow{(L)} A'$ , on a : Relation de Descartes :  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$  et  $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$

Relation de Newton :  $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2$  et  $\gamma = \frac{\overline{FO}}{\overline{FA}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}$

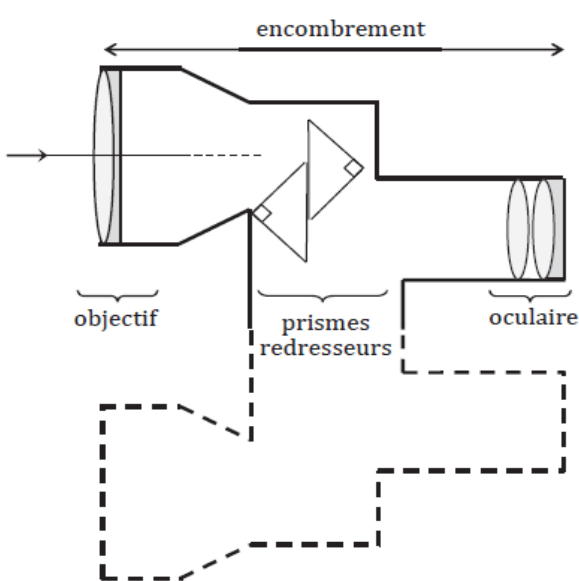
Le cinémomètre est constitué de deux sous-ensembles (Figure 2) :

- un *dispositif optique*, identique à celui d'une paire de jumelles courantes, dont la fonction est de permettre à l'opérateur de viser la cible ;
- et un *dispositif de mesure*, constitué d'un émetteur laser, d'un récepteur laser et d'une chaîne de traitement du signal, dont la fonction est de déterminer la vitesse de la cible.



Figure 2 : le cinémomètre laser

La partie optique du cinémomètre permet à l'opérateur de viser l'athlète dont il souhaite mesurer la vitesse. Elle est identique à une paire de jumelles classiques. Un schéma en coupe, limité à un seul ensemble objectif + oculaire (l'autre est identique) et accompagné de données numériques, est fourni Figure 3.



Caractéristiques optiques du cinémomètre	
Grossissement	$\times 7,0$
Focale de l'oculaire	25 mm
Longueur de l'hypoténuse des prismes	10 mm
Englobement	17 cm
Indice de réfraction des prismes	1,5

Figure 3 : coupe de la partie optique des jumelles

### Détermination de la longueur focale

Dans un premier temps, on ne tient pas compte des prismes. On modélise l'optique des jumelles par deux lentilles convergentes  $L_{ob}$  et  $L_{oc}$  de distances focales respectives  $f_{ob}'$  et  $f_{oc}'$  et de centres optiques respectifs  $O_{ob}$  et  $O_{oc}$ . La modélisation correspondante est donnée Figure 4.



Figure 4 : modélisation des groupes de lentilles

- Q.1. L'objectif et l'oculaire forment un système afocal.
- Qu'est-ce qu'un système afocal ?
  - Quel est l'intérêt d'un tel système pour un être humain ?
  - Reproduire sur votre copie la figure 4 et représenter le trajet d'un faisceau lumineux arrivant sur l'objectif et incliné d'un angle  $\alpha$  orienté par rapport à l'axe optique. On notera  $\alpha'$  l'angle orienté entre le faisceau émergent de l'oculaire et l'axe optique.
- Q.2. a. Etablir l'expression du grossissement  $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$  en fonction de  $f_{ob}'$  et  $f_{oc}'$ . Commenter son signe.
- En déduire la valeur de  $f_{ob}'$ .
  - En déduire la valeur numérique de la longueur focale des jumelles, c'est-à-dire la distance  $O_{ob}O_{oc}$ .

### Intérêt des prismes redresseurs

Entre les deux groupes de lentilles se trouve un dispositif composé de deux prismes droits, rectangles, isocèles, d'indice de réfraction  $n$  (voir Figure 3).

- Q.3. a. Tracer le cheminement du rayon arrivant sous incidence normale sur le premier prisme puis déterminer la valeur minimale de l'indice de réfraction des prismes.
- Démontrer que la distance parcourue par le rayon lumineux dans un prisme est égale à la longueur  $h$  de l'hypoténuse.
  - Exprimer le chemin optique, c'est-à-dire la distance parcourue par ce rayon dans ces deux prismes accolés multipliée par l'indice de réfraction que le rayon a rencontré lors de son trajet, en fonction de  $n$  et  $h$ .
  - Retrouver la valeur de l'encombrement donné dans l'énoncé, obtenu par la différence entre la longueur focale et le chemin optique.
  - Quel est l'intérêt des prismes redresseurs ?