

**DS1 - Optique géométrique (2 heures)**

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction**, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront dans une **part importante** dans **l'appréciation des copies**. Les candidats soigneront leur copie en conséquence. En particulier, les expressions littérales et les résultats des applications numériques seront **encadrés**. On changera de page pour un nouveau problème et on respectera les notations de l'énoncé.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

**Sujet à rendre, calculatrice interdite.**

Nom :

## I Cours

1. Établir l'expression de l'angle d'incidence limite  $i_{lim}$  de réflexion totale dans le cas d'une interface eau/air. On notera  $n_e$  l'indice de l'eau.
2. Énoncer les conditions de Gauss.
3. Donner la relation de conjugaison de Descartes.
4. Tracer le chemin de rayons qui arrivent inclinés et parallèles entre eux à travers une lentille divergente.
5. Démontrer la condition de projection :  $D \geq 4f'$ .

## II lame à faces parallèles

Un rayon lumineux traverse une vitre d'épaisseur  $e$  et d'indice  $n$  (l'indice de l'air est pris égal à 1), avec un angle d'incidence  $i$ .

6. Faites un schéma du problème.
7. Montrer que le rayon ressort de la vitre en conservant la même direction.
8. Pour un angle d'incidence  $i$  petit, exprimer en fonction de  $n$ ,  $e$  et  $i$ , la déviation latérale  $d$  subie par le rayon incident lors de la traversée de la vitre.

## III Prisme

Un rayon incident entre dans un prisme d'angle  $A$  et d'indice  $n$  avec un angle d'incidence  $i$ . Le rayon émergent a subi une déviation  $D$ . Tous les angles indiqués sur la figure sont positifs. Le prisme est dans l'air d'indice 1.

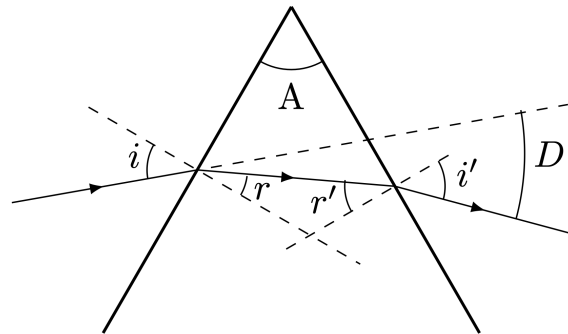


FIGURE 1 – Prisme

9. Écrire les lois de la réfraction aux deux interfaces et donner leurs approximations pour des angles faibles.
10. Établir la relation géométrique entre  $r$ ,  $r'$  et  $A$ .
11. Exprimer la déviation  $D$  en fonction de  $i$ ,  $r$ ,  $i'$  et  $r'$ .
12. En déduire l'expression de  $D$  en fonction de  $n$  et  $A$  dans l'approximation des petits angles.
13. Le prisme est fabriqué dans un matériau transparent dont l'indice est donné en fonction de la longueur d'onde de la lumière par la loi de Cauchy :

$$n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

avec  $a$  et  $b$  des constantes. Donner l'unité de  $a$  et de  $b$ .

14. Dans un prisme, quelle est la couleur de la lumière visible la plus déviée ? Justifier soigneusement.

## IV Doubleur de focale

Un objectif d'appareil photographique peut être modélisé par une lentille convergente de focale  $f'_1 = 50$  mm. Le négatif (plaque sur laquelle on souhaite former l'image nette), se trouve sur un écran plan fixe, perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif et situé à la distance  $d$  de celui-ci. Pour la mise au point, on déplace l'objectif par rapport au négatif. La distance  $d$  est variable mais ne peut excéder  $d_{max} = 100$  mm. Soit un objet haut de  $h = 2$  m et distant de  $D = 50$  m du négatif.

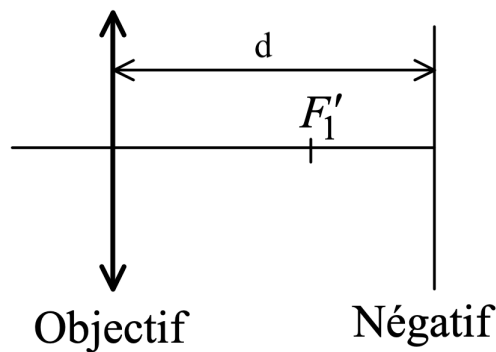


FIGURE 2 – Schéma

15. Montrer que la relation de conjugaison permet d'établir une relation entre  $d$ ,  $D$  et  $f'_1$ . On écrira cette relation sous la forme d'une équation du second degré en  $d$ .
16. Calculer alors  $d$  en tenant compte des contraintes de l'objectif. On donne  $\sqrt{2490} \approx 49,9$ .
17. Exprimer et calculer la taille  $h'$  de l'image sur le négatif.

On place maintenant entre l'objectif et le négatif un doubleur de focale assimilable à une lentille divergente de focale  $f'_2 = -40$  mm à une distance  $d_2 = 40$  mm du négatif. La distance  $d'$  entre l'objectif et le négatif peut maintenant atteindre  $d'_{max} = 120$  mm.

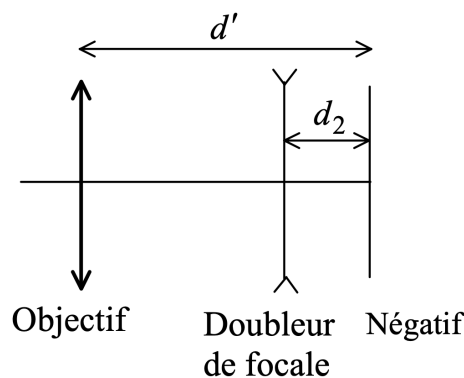


FIGURE 3 – Schéma

18. Soient  $AB$  l'objet à photographier,  $A'B'$  l'image de  $AB$  formée par l'objectif seul et  $A''B''$  l'image finale (celle de  $A'B'$  formée par le doubleur de focale).  $A''B''$  étant sur le négatif, déterminer  $d_1$ , distance entre  $A'B'$  et le négatif. Vérifier à l'aide d'un schéma. Application numérique.

19. Calculer le grandissement  $\gamma_2$  apporté par le doubleur de focale. Application numérique.
20.  $AB$  étant toujours à  $D$  du négatif, déterminer la distance  $d'$  correspondante pour une mise au point nette. Application numérique.
21. Exprimer la nouvelle hauteur  $h''$  de l'image. Application numérique.
22. Dédire de tous ces résultats la signification du terme « doubleur de focale ». Préciser son avantage.

Bon courage et bon travail ! ☺