

EPREUVE 1 D'OPTIQUE

Calculatrice autorisée

Détaillez vos calculs - Justifiez vos réponses.

NOM :**PRENOM :****GROUPE :****I. Questions de cours** (3 points)

Pour les questions 1 et 2, barrez les mauvaises réponses.

1. Comment sont les dimensions d'un système optique par rapport à la longueur d'onde λ de la lumière qui s'y propage, pour que l'emploi de l'optique géométrique soit valide ?

- a. $\lambda \ll$ dimensions du système.
- b. $\lambda =$ dimensions du système.
- c. $\lambda \gg$ dimensions du système.
- d. Dimensions quelconques.

2. La propagation d'un rayon lumineux s'effectue d'un premier milieu vers un deuxième milieu moins réfringent. On appelle i l'angle d'incidence avec la normale au dioptre de séparation des milieux. Que peut-on dire ?

- a. Le rayon réfracté n'existe plus au dessus d'une valeur limite de i .
- b. Le rayon réfracté existe toujours, l'angle de réfraction variant de 0° à 90° .
- c. Le rayon réfléchi existe toujours.
- d. Le rayon réfracté existe toujours mais l'angle de réfraction atteint une valeur limite.

3. A défaut d'être stigmatique pour tous les points de l'espace, un système optique peut satisfaire à la condition de stigmatisme approché. Expliquez ce que signifie cette condition de stigmatisme approché.

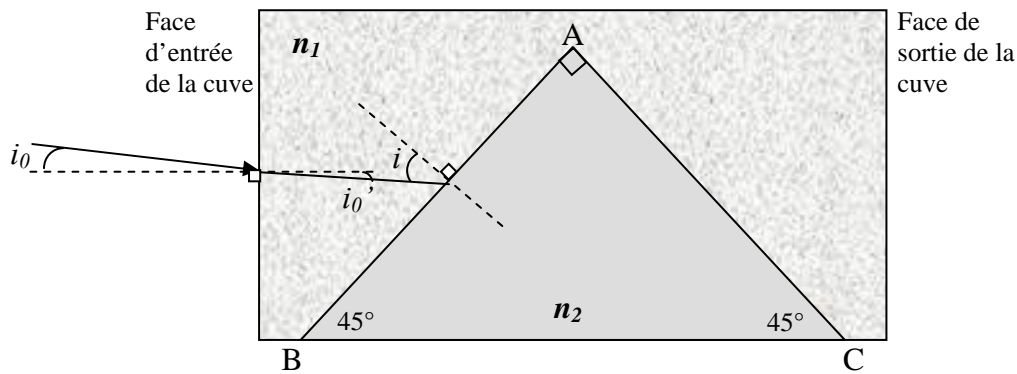
II. Prisme (10 points)

Les deux parties sont indépendantes.

Partie I : Prisme immergé. (5,5 points)

Un prisme de verre d'indice de réfraction $n_2 = 1,53$ dont la section principale est un triangle ABC rectangle isocèle (angle au sommet $A = 90^\circ$) est placé dans une cuve contenant un liquide homogène d'indice $n_1 = 1,65$. La cuve est placée dans l'air d'indice 1.

Un rayon issu d'un faisceau lumineux monochromatique arrive sur la face d'entrée de la cuve avec un angle d'incidence $i_0 = 6,6^\circ$. On néglige les effets de la paroi de la cuve.



1. Calculez les valeurs des angles des rayons réfractés par chaque dioptre rencontré à la traversée du système. Présentez les résultats en degrés, arrondis en nombres entiers.

a. Calculez l'angle de réfraction i_0' du rayon dans le liquide par la face d'entrée de la cuve. En déduire la valeur i de l'angle d'incidence du rayon sur la face AB du prisme ($i = 45^\circ - i_0'$).

b. Calculez l'angle r entre le rayon réfracté dans le prisme et la normale à la face AB du prisme. En déduire la valeur r' de l'angle d'incidence du rayon sur la face AC du prisme.

c. Calculez l'angle i' entre le rayon sortant du prisme par la face AC et la normale à AC.

d. Après avoir comparé les valeurs des angles i et i' , en déduire sans calcul l'angle entre le rayon émergent dans l'air en sortie de cuve et la normale à la face de sortie de la cuve.

2. Calculez la déviation D du faisceau à la sortie de la cuve par rapport à la direction du rayon incident.
3. Construisez de façon très schématique la marche des rayons sur la figure ci-dessus.

Partie II : Eclairage polychromatique (4,5 points)

Deux rayons arrivent sous incidence normale sur la face AB d'un prisme de section principale ABC et d'angle au sommet $A = 30^\circ$. Un des rayons est issu d'un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda_1 = 500$ nm, l'autre d'un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda_2 = 700$ nm (rappel : 1 nm = 10^{-9} m). Les rayons ressortent du prisme par la face AC.

Le prisme, placé dans l'air d'indice 1, est taillé dans un verre dont l'indice de réfraction suit une loi tirée de la loi de Cauchy :

$$n(\lambda) = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2} \text{ avec } \alpha = 1,5 \text{ et } \beta = 4,0 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2.$$

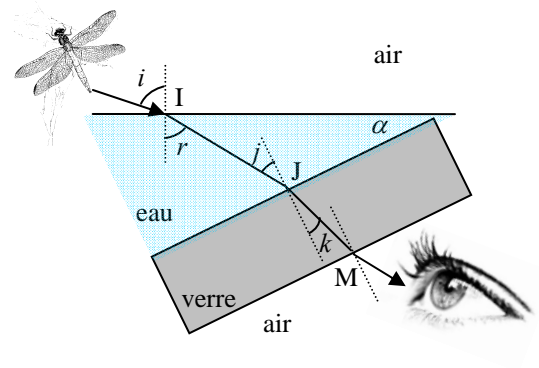
1. Donnez le nom du phénomène physique associé à la dépendance de l'indice de réfraction (et donc de la vitesse de la lumière dans les matériaux) avec la longueur d'onde ?
2. Calculez les indices de réfraction du verre $n(\lambda_1)$ et $n(\lambda_2)$ pour les deux longueurs d'onde. Donnez les valeurs avec trois décimales.
3. Pour chaque rayon, calculez l'angle i' en sortie du prisme et en déduire l'angle D de déviation angulaire par rapport au rayon incident (angles en degrés avec une décimale).
4. Quelle est la couleur du rayon le plus dévié ?

III. Réfraction. Verre d'un masque de plongée (7 points)

Un plongeur observe une libellule à travers le verre de son masque de plongée considéré comme une lame à faces planes et parallèles, d'indice de réfraction $n_{\text{verre}} = 1,5$. L'observateur est sous l'eau d'indice $n_{\text{eau}} = 1,33$.

Un rayon incident provenant d'un point de la libellule parcourt le trajet IJM avant d'arriver aux yeux de l'observateur. Ces derniers, protégés par le masque, sont dans l'air (indice 1). Le verre du masque fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec la surface de l'eau. La lumière est monochromatique.

Les valeurs des angles en degrés seront indiquées avec une décimale.



1. Quelle relation vérifient les angles r , j , et α ?
2. Le rayon peut-il se réfléchir totalement au point I, puis au point J ? Justifiez votre réponse.
3. Donnez la valeur maximale r_{max} que peut prendre l'angle r pour des valeurs de i comprises entre 0° et 90° .
4. Donnez la valeur j_0 de l'angle j pour que le rayon sorte en M en émergence rasante (limite de la réflexion totale). En déduire la valeur r_0 de l'angle r correspondant à j_0 . En comparant r_0 avec r_{max} , que pouvez conclure sur les conditions d'existence du rayon en sortie du masque ?
5. Sous quel angle le rayon sort-il du masque au point M si $i = 60^\circ$ (détaillez les calculs) ? Le plongeur voit-il la libellule plus haute ou plus basse que sa position réelle ?