

Devoir Surveillé de Physique n°1

- L'usage des calculatrices est autorisé.
- Les résultats littéraux devront être encadrés.
- Toute application numérique ne comportant pas d'unité sera considérée comme fausse.
- Les résultats littéraux non homogènes entraîneront la perte de tous les points de la question.

N. B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction.



PROBLEME

Partie (A)

Un prisme de verre (figure 1) a pour section droite un triangle ABC rectangle en A. Il est éclairé par un faisceau parallèle de lumière monochromatique pour laquelle l'indice optique du verre relativement à l'air vaut n .

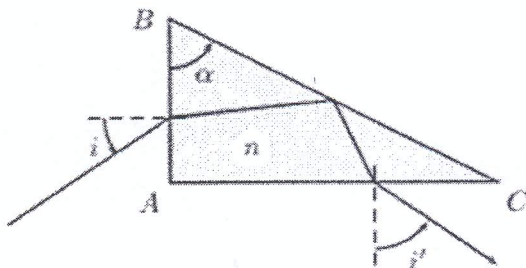


Figure 1

On étudie la marche de ce faisceau qui entre sur la face AB sous l'angle d'incidence i . Après réflexion totale sur la face BC, le faisceau sort du prisme par la face AC. On appelle α l'angle dièdre du prisme en B.

- 1) Ecrire les relations de Snell-Descartes relatives au cheminement du faisceau dans le prisme, on précisera les différents angles de réfraction et de réflexion. Faire un schéma.
- 2) Définir et calculer la déviation totale D par le prisme en fonction seulement de l'angle d'incidence i et l'angle d'émergence du faisceau i' par la face AC.

3) Peut-on obtenir un faisceau émergent d'AC perpendiculaire au faisceau incident d'AB ?

Dans ce cas, que sera l'angle de réflexion sur la surface BC.

Partie (B)

Le faisceau lumineux décrit auparavant émergent de la face AC est en incidence normale avec un système afocal S, ayant comme propriété de confondre le foyer image F'_1 de la lentille convergente L_1 avec le foyer objet F_2 de la seconde lentille convergente L_2 , voir figure 2. Soient les distances focales des lentilles minces convergentes respectives $f'_1 = 30$ cm et $f'_2 = 10$ cm. Le faisceau de diamètre D éclaire le système afocal placé sur l'axe optique.

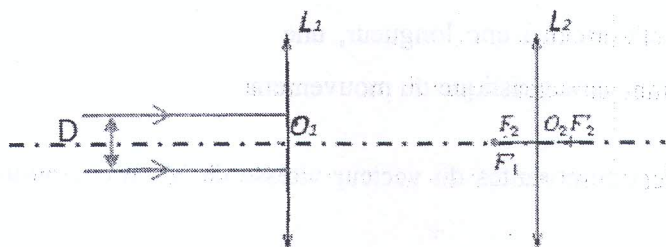


Figure 2

- 4) Tracer le chemin optique du faisceau lumineux à travers le système S.
- 5) Soit d le diamètre du faisceau émergent du système afocal. Calculer le rapport D/d et déduire grossissement du système S. Commenter.

Partie (C)

Un œil sans défaut de vision aperçoit l'image renvoyée à l'infini par le système afocal sachant que la distance entre le cristallin et la rétine vaut 17 mm.

- 6) Donner le modèle simple de l'œil. Que vaut la distance focale f_0 du cristallin?
- 7) L'œil est hypermétrope tel que la distance focale f' du cristallin est de 20 mm, voir figure 3.

Dans le but de la correction, on utilise un verre de lunette, celui-ci est assimilé à une lentille convergente de centre O_1 placé à une distance $b = 10$ mm, du centre optique O de l'œil.

- a. Donner l'endroit où doit se trouver l'image définitive. Faire un schéma explicatif.
- b. Que sera la distance focale f'' de la lunette de correction.

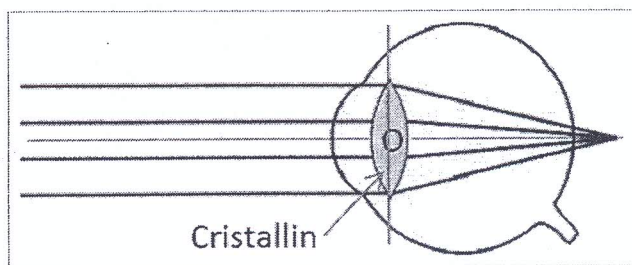


Figure 3

EXERCICE

Un point matériel M décrit une courbe plane (spirale) d'équation polaire :

$$r = b \exp(-t/\tau) \text{ et } \theta = \omega t.$$

r et θ sont les coordonnées du plan polaire et $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta)$ est la base associée à ce plan, voir figure

2. Les constantes b , ω et τ sont positives et homogènes respectivement à une longueur, une pulsation et un temps caractéristique du mouvement.

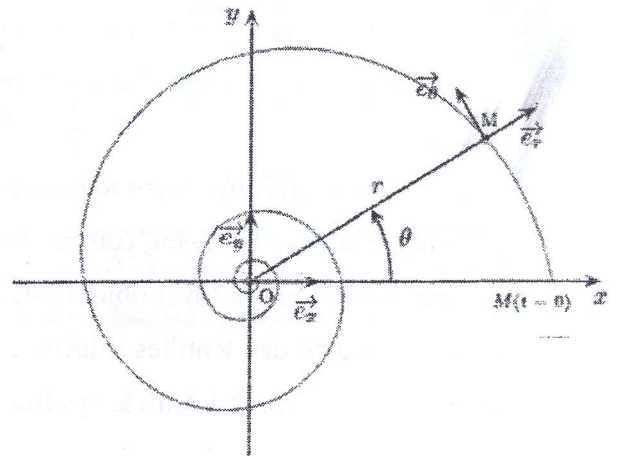


Figure 4

- 1) Calculer les composantes du vecteur vitesse de M en coordonnées polaires. En déduire sa norme.
- 2) Que vaut l'angle α que fait la vitesse avec celui de la position $\overrightarrow{OM}$.
- 3) Déterminer le vecteur unitaire de la tangente à la spirale.
- 4) Déterminer le vecteur accélération dans la base polaire.
- 5) Décomposer l'accélération en accélérations tangentielle et normale.
- 6) Déduire le rayon de courbure de cette trajectoire.
- 7) Le point M décrit maintenant la même spirale mais cette fois-ci sa vitesse linéaire V est égale à une constante V_0 . Sachant que dans ces conditions $\omega \tau \gg 1$, quelle loi horaire devra vérifier la vitesse angulaire $\omega(t)$?