

ETUDE INTERFERENTIELLE D'UNE ETOILE DOUBLE

(D'après ENGEES 96)

Les Parties A, B, C sont **indépendantes**.

A: ETUDE D'UN OBJECTIF ACHROMATIQUE

La distance focale image f' d'une lentille mince peut être exprimée en fonction de l'indice n du verre dans lequel elle est taillée et les rayons de courbure de ses 2 faces :

$$\frac{1}{f'} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = (n - 1) A$$

où R_1 et R_2 sont les rayons **algébriques** des 2 faces

(exemple : lentille biconvexe $\left(\begin{array}{l}) R_1 > 0, R_2 < 0 \end{array} \right)$

Cette focale dépend donc de la longueur d'onde par l'intermédiaire de l'indice. On définit alors le pouvoir dispersif d'un verre à l'aide de deux longueurs d'onde de référence λ_F et λ_C en posant :

$$K = \frac{n(\lambda_F) - n(\lambda_C)}{n - 1}$$

Un objectif de distance focale image $f' = 1$ m est constitué de 2 lentilles minces accolées suivant une face commune : l'une est caractérisée par l'indice moyen $n_1 = 1,5$ et le pouvoir dispersif $K_1 = \frac{1}{50}$, l'autre par $n_2 = 1,6$ et $K_2 = \frac{1}{30}$.

Quand on accole deux lentilles minces, de focales f'_1 et f'_2 , on obtient une lentille mince équivalente de distance focale f' telle que :

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f'_1} + \frac{1}{f'_2}$$

On désire que l'objectif soit **achromatique**, c'est-à-dire que sa distance focale image soit indépendante de la longueur d'onde.

A.1 En identifiant la dérivée $\frac{dn}{d\lambda}$ au rapport de petites variations $\frac{\Delta n}{\Delta \lambda}$, montrer que pour un objectif achromatique, les distances focales des deux lentilles s'expriment simplement en fonction de f' , K_1 et K_2 .

A.2 Vérifier que les valeurs des focales des lentilles sont 40 cm et - 66,6 cm.

A.3 En déduire les rayons des faces sachant que la première lentille d'indice n_1 est biconvexe et symétrique. Dessiner schématiquement l'objectif.

B: FABRICATION D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE

L'objectif précédent est associé à un oculaire de même axe optique, schématisé par une lentille mince de distance focale image $f'' = 4 \text{ cm}$, pour constituer une lunette astronomique.

B.1 Comment associer objectif et oculaire pour que l'image d'un objet à l'infini soit elle-même rejetée à l'infini ? Tracer la marche d'un faisceau lumineux issu d'une étoile lointaine vue sous un angle α . Quel est l'intérêt de la lunette ?

B.2 Déterminer le grandissement angulaire de la lunette, rapport de l'angle sous lequel est vue l'étoile à l'œil nu à l'angle sous lequel elle est vue dans la lunette .

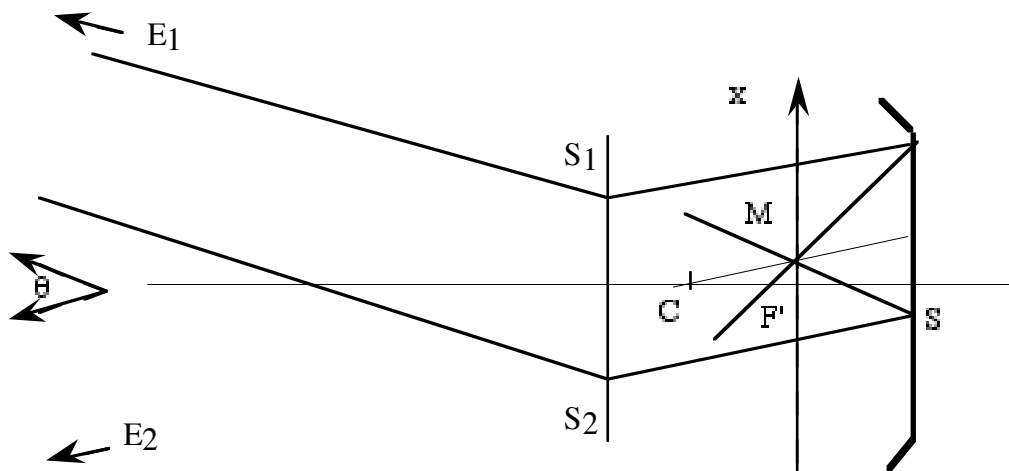
C: ETUDE D'UNE ETOILE DOUBLE

Une étoile double est composée de 2 étoiles ponctuelles, vues sous un petit angle θ et émettant des ondes monochromatiques de même amplitude et de même longueur d'onde λ .

C.1 Ces deux sources sont -elles mutuellement cohérentes ? Justifier votre réponse.

L'étoile est observée à l'aide du dispositif suivant : devant un miroir concave (S , C , rayon R) utilisé dans les conditions de Gauss, est placé orthogonalement à l'axe un écran percé de 2 trous S_1 et S_2 , distants de $2a$.

L'axe du miroir est la médiatrice de S_1S_2 et E_1E_2 .



C.2 On considère un point M du plan focal du miroir où arrivent 2 rayons issus de E_1 et passant par S_1 et S_2 . On pose $\overline{FM} = x$. Justifier la marche des rayons. Etablir la différence de marche entre les rayons arrivant en M , en fonction de a , x , R et θ .

C.3 Ecrire l'expression de l'intensité lumineuse due à la seule onde issue de E_1 .

C.4 Montrer que l'intensité due aux deux étoiles se met sous la forme : $I(x) = 4I_0 \left[1 + C \cos\left(\frac{2\pi x}{i}\right) \right]$

Que représente I_0 ? Donner les expressions de C et i en fonction de λ , R , a , θ .

Tracer qualitativement $I(x)$

C.5 Montrer qu'en choisissant convenablement a , l'intensité lumineuse peut devenir uniforme. Quel est l'intérêt de ce dispositif ?