ENSIETA 1994 - Options M et P
PREMIER PROBLEME: Optique géométrique

I- Préliminaires

On considère un système centré (S), d'axe Ox, constitué de deux lentilles minces (L_1) et (L_2), de distances focales images f_1' et f_2'. dont les centres optiques O_1 et O_2 sont distants de $e = \overline{O_1O_2}$. La lentille (L_1) reçoit la première la lumière incidente.

1.On désigne par F_1 et F_1' respectivement les foyers principaux objet et image de (L_1) et par F_2 et F_2' ceux de (L_2) et on pose $\Delta = \overline{F_1'F_2}$.

a. Écrire la relation donnant $x' = \overline{F_2'A'}$ en fonction de $x = \overline{F_1A}$ pour deux points A et A' situés sur Ox et conjugués par rapport à (S).

b. Interpréter le cas x = 0.

c. Exprimer le grandissement transversal γ_T de (S) en fonction de x, x', f_1' et f_2'.

2. On définit les points principaux H et H' de (S) qui sont les points conjugués pour lesquels le grandissement $\gamma_T = 1$. Calculer x et x' pour le couple (H, H') en fonction de f_1', f_2' et Δ.

3. On désigne par F et F' les foyers objet et image du système (S).

a. Calculer $\overline{F_1F}$ et $\overline{F_2'F'}$, en fonction de f_1', f_2' et Δ.

b. En déduire les distances focales objet et image de (S) définies par $f = \overline{HF}$ et $f' = \overline{H'F'}$. Que constatez-vous ?

c. Exprimer la vergence de (S) définie par $C=\frac{1}{f'}$, en fonction des vergences $C_1=\frac{1}{f_1'}$ et $C_2=\frac{1}{f_2'}$, de (L_1) et (L_2), et de e.
Interpréter le cas e = 0.

II- Étude d'un doublet

Un système centré (Σ) est formé de deux lentilles minces (L_1) et (L_2), de distances focales f_1'= 4cm et $f_2' = -f_1'$= -4cm. Un mécanisme permet de faire varier l'épaisseur e de (Σ).

1. Déterminer les positions des points principaux H et H' de (Σ). Justifier graphiquement le résultat.

2. Un objet réel AB est placé perpendiculairement à l'axe Ox de (Σ) tel que $x = \overline{F_1A}$.

a. Entre quelles limites (exprimées en fonction de x et f_1') peut varier l'écartement e des deux lentilles pour que l'image A'B' de AB à travers (Σ) soit réelle ?

b. Quelle condition doit satisfaire x pour qu'il en soit alors ainsi ? Retrouver par un raisonnement direct cette dernière condition.

3. Les conditions précédentes étant satisfaites,

a. exprimer, en fonction de x, e et f_1', la distance $D = \overline{AA'}$ de l'objet réel à son image réelle, ainsi que le grandissement γ_T.

b. comment varie γ_T en fonction de e et f_1' pour une position donnée de l'objet AB.

c. calculer D et γ_T dans le cas suivant: x = -3 cm et e = 8 cm. Vérifier alors, par construction, à l'échelle +1, avec un objet $\overline{AB}$ = 1cm, les résultats trouvés pour D et γ_T.

III- Lunette astronomique

Une lunette astronomique est constituée d'un objectif (L_3) et d'un oculaire (L_4) qui sont des lentilles minces convergentes de distances focales images respectives f_3'=40cm et f_4'=4cm.

1 - La lunette est afocale.

a. Que devient la relation (définie au I.1.a) entre x' et x ?

b. Calculer γ_T.

c. En déduire le grandissement angulaire $\gamma_\alpha = \frac{\alpha'}{\alpha}$ (α et α' désignant respectivement les angles que font l'incident et son émergent avec l'axe du système).

2 - On allonge la lunette précédente de façon à ce que le foyer image F_3' de l'objectif (L_3) et le foyer objet F_4 de l'oculaire (L_4) soient situés à une distance fixe d l'un de l'autre et l'on place entre ces deux points le système (Σ). Un mécanisme permet de faire varier simultanément la distance entre F_1 et F_3' et l'écartement e des deux lentilles (L_1) et (L_2) de façon à ce que F_3' et F_4 soient toujours conjugués à travers (Σ).

a. Montrer que l'instrument réalisé reste afocal.

b. Calculer son grandissement angulaire $\gamma_{\alpha'}$ dans le cas envisagé au II-3-c.

c. Expliquer l'intérêt de cet instrument.