

EPREUVE DE PHYSIQUE I

Durée : 3 heures

Le sujet comporte deux problèmes indépendants. Chaque problème est constitué de deux parties indépendantes. Les calculatrices sont autorisées.

PROBLEME 1 : Résolution angulaire d'un système double avec une lunette.

I- On représente une lunette astronomique par deux lentilles minces convergentes : l'objectif L_1 de focale $f_1 = 80$ cm, diamètre $D = 60$ mm, et l'oculaire L_2 de focale $f_2 = 6,0$ mm. La lunette est réglée à l'infini (c'est à dire qu'elle donne d'un objet à l'infini une image à l'infini)

- 1) Quelle est la distance h entre L_1 et L_2 ? Quel est l'intérêt de ce réglage ?
- 2) Représenter sur un schéma, sans respecter l'échelle, le devenir d'un rayon incident faisant un angle α avec l'axe optique et émergeant sous un angle α' dans les conditions de Gauss.
- 3) Déterminer l'expression du grossissement angulaire $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ de la lunette en fonction de f_1 et f_2 .
- 4) On a, au moment de l'observation : la distance Terre-Mars égale à $7,0 \cdot 10^7$ km, diamètre de Mars 6800 km ; la distance Terre-Lune égale à $3,8 \cdot 10^5$ km, diamètre de la Lune 3400 km. Si on estime l'angle maximal sous lequel l'observateur voit l'image, à environ 30° , cet observateur voit-il Mars en entier ? Même question pour la Lune.
- 5) Tous les rayons incidents qui pénètrent dans l'objectif de la lunette donnent des rayons émergents qui, à la sortie de l'instrument, passent à l'intérieur d'un cercle appelé "cercle oculaire"
 - a) Etablir la relation qui lie le diamètre d du cercle oculaire, le diamètre D de l'objectif et le grossissement G .
 - b) Quelle est la position du cercle oculaire par rapport à l'oculaire ?
 - c) Où faut-il placer l'oeil pour avoir une observation optimale ? Quelle taille maximale le cercle oculaire ne doit-il pas dépasser a priori, lors d'une observation visuelle ?
- 6) Lorsqu'on observe une étoile à l'aide de la lunette, l'image paraît ponctuelle. Quel est alors l'intérêt de la lunette ?

II- Pour mesurer la distance angulaire séparant deux étoiles proches S_1 et S_2 , on place un écran percé de deux fentes infiniment fines, d'écartement variable a , devant l'objectif d'une lunette astronomique. A l'aide de l'oculaire, on observe un système de franges dans le plan focal image de l'objectif.

1) On considère d'abord un faisceau de lumière parallèle monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 550$ nm qui éclaire normalement un écran (E) opaque percé de deux fentes. Après l'écran on dispose une lentille convergente de focale $f_1 = 80$ cm et de foyer image F'_1 . Les deux fentes sont infiniment fines, identiques, parfaitement transparentes, de grande dimension b selon F'_1z . Leurs centres O_1 et O_2 sont distants de a . Un récepteur "ponctuel" explore le champ d'interférences en $M(0, y, 0)$, y telle que $|y| \ll f_1$, dans le repère $(F'_1, F'_1x, F'_1y, F'_1z)$.

a) Montrer que la différence de marche au point $M(0, y, 0)$ entre les deux ondes provenant respectivement de O_1 et O_2 (cf. figure 1, échelle non respectée), peut se mettre sous la forme

$$\delta = a \frac{y}{f_1}$$

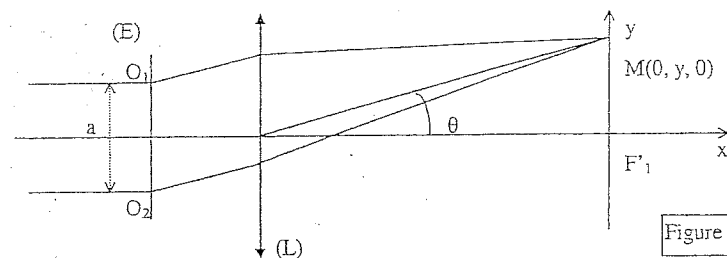


Figure 1

b) Exprimer l'intensité lumineuse $I(y)$ enregistrée par le récepteur ponctuel placé en M en fonction des variables a , y , λ et f_1 . Quel phénomène observe-t-on ? Donner l'allure de $I(y)$ en fonction de y . Donner l'expression de l'interfrange.

2) On observe maintenant un système double constitué de deux étoiles S_1 et S_2 , identiques et très proches l'une de l'autre. On considérera que S_1 est sur l'axe optique et on notera ϵ l'écart angulaire entre les deux sources S_1 et S_2 (cf. figure 2)

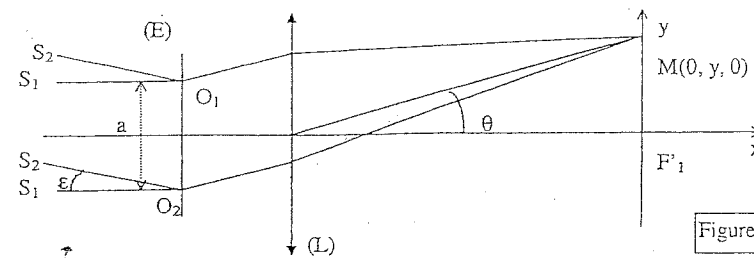


Figure 2

a) Montrer que l'intensité lumineuse due aux deux sources incohérentes S_1 et S_2 observées simultanément peut se mettre sous la forme : $I(y) = K \left(1 + \cos \left(\pi \frac{\delta'}{\lambda} \right) \cos \left(2\pi \frac{\delta}{\lambda} + \pi \frac{\delta'}{\lambda} \right) \right)$ avec

$\delta' = a\epsilon$ et $\delta = a \frac{y}{f_1}$, K est une constante.

b) On caractérise le contraste par le facteur de visibilité des franges : $V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$, établir son expression en fonction de δ' et λ .

3) Sur quel paramètre peut-on agir pour obtenir $V = 0$? Qu'observe-t-on lorsque $V = 0$?
Avec la lunette étudiée précédemment ($f_1 = 80$ cm, $D = 60$ mm et $\lambda = 550$ nm) peut-on séparer les systèmes doubles suivants : ζ Hercule ($\epsilon = 1,37$ secondes d'angle), 85 Pégase ($\epsilon = 0,83$ secondes d'angle) ?

4) Parmi les hypothèses faites dans le calcul ci-dessus, quelles sont celles qui vous paraissent les plus éloignées de la réalité expérimentale ou les plus difficiles à réaliser lors de l'application pratique de cette méthode ?
