UNIVERSITE DE BOURGOGNE
UFR Sciences et Techniques
Filière : Licence 2 Maths/Physique - Physique - Physique/Chimie
Session : 2

Année 2022-2023
Vendredi 9 juin 2023

CONTROLE TERMINAL

Optique intrumentale & ondes Phys4A

Durée 2h - Sans document, calculatrice autorisée, téléphones portables éteints.
Les 2 exercices sont indépendants et peuvent être traités dans un ordre indifférent.
La présentation et la rédaction de la copie seront prises en compte.

Exercice I : Télescope de Newton *Temps maximal conseillé : ≈ 1h*

Un télescope de Newton est constitué d'un miroir sphérique concave M de rayon de courbure R et de foyer principal image F_M, d'un miroir plan M' et d'un oculaire placés comme indiqué sur la figure (1).

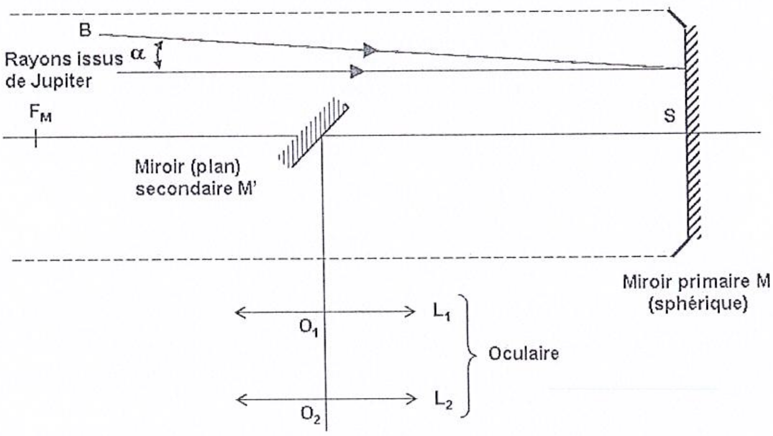


FIGURE 1 – *Schéma du télescope de Newton*

On commencera par étudier l'oculaire seul, puis le télescope complet.

1. **Etude de l'oculaire**

   L'oculaire permet de fournir une image à l'infini. Il est constitué ici de deux lentilles convergentes L_1 et L_2, de distances focales images $f_i^{(1)}$ et $f_i^{(2)}$, de même axe optique, séparées par une distance $e = \overline{O_1O_2}$. Cet oculaire vérifie $f_i^{(1)} = 3a$, $e = 2a$, $f_i^{(2)} = a$.

   (a) Calculez la vergence de l'oculaire (association $L_1 + L_2$) en fonction de a uniquement. Déduisez-en les distances focales objet f_o et image f_i de l'oculaire.

   (b) Déterminez de manière algébrique la position du ***foyer image*** F_i du système $(L_1 + L_2)$ (On donnera l'expression littérale en fonction de a uniquement.)

   (c) Déterminez de manière algébrique la position du ***foyer objet*** F_o du système $(L_1 + L_2)$ (On donnera l'expression littérale en fonction de a uniquement.)

   (d) Déduisez des questions précédentes la position du point principal objet H_o et du point principal image en calculant $\overline{O_1H_o}$ et $\overline{O_2H_i}$ en fonction de a uniquement. Que remarquez-vous ?

2. **Télescope complet**

   (a) Citez un autre type de télescope.

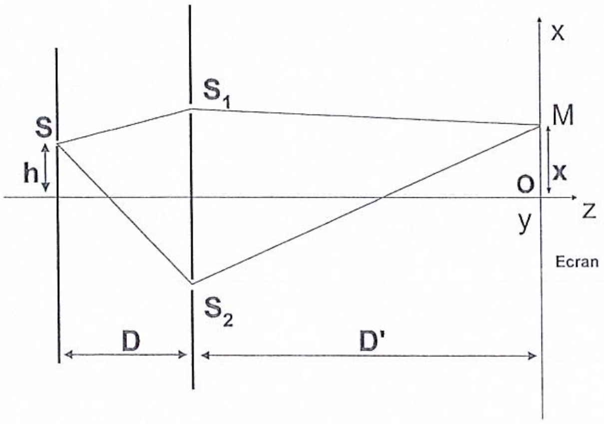
   (b) Pourquoi est-il préférable que pour ce type d'instrument optique, l'image finale soit à l'infini ?

L'axe principal du miroir M est dirigé vers le centre de la planète Jupiter. Le point B correspond à un des bords de la planète qui est vue sous un diamètre apparent (petit) de 2α (α de part et d'autre de l'axe).

(c) Où se trouve l'image $A'B'$ de Jupiter donnée par le miroir M ? Exprimez sa dimension en fonction de α et $|R|$.

Exercice II : Dispositif des trous d'Young *Temps maximal conseillé : ≈ 1h*

On considère un système de trous d'Young constitué par un diaphragme percé de deux trous S_1 et S_2, symétriques par rapport au plan (Oyz), et séparés d'une distance d. Cet ensemble est éclairé par une source ponctuelle S située à la distance h du plan (Oyz) et à la distance D du plan des trous S_1 et S_2 (cf. schéma). Cette source émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ.
On étudie les phénomènes d'interférences observés sur un écran E situé à la distance D' du plan des trous S_1 et S_2. Les distances D et D' seront supposées très grandes par rapport à d.



1. On se place tout d'abord dans le cas où $h = 0$. Soient deux rayons issus de la source S et arrivant sur l'écran en un point M situé à une distance x du point O après être passés respectivement par S_1 et S_2. Déterminez la différence de marche $\delta(x)$ et le déphasage $\varphi(x)$ entre ces deux rayons, en fonction de x, D' et d.
   On donne : pour $x \ll 1$, $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{1}{2}x$.
2. Décrivez l'aspect des franges (justifiez la forme et l'orientation) obtenues sur l'écran et donnez sans démonstration l'expression de l'intensité lumineuse $I(x)$ observée en M.
3. Calculez la position des franges brillantes et déduisez-en l'expression de l'interfrange i.
4. On se place maintenant dans le cas où $h \neq 0$. Déterminez la nouvelle différence de marche $\delta(x, h)$ en fonction de D, D', d, h, x et λ. L'interfrange est-il modifié ?
   Indication : pour calculer la nouvelle différence de marche, on remarquera que la partie du calcul avant le plan des trous est similaire au calcul après ce plan. On pourra donc s'inspirer du résultat de la question 1.
5. La source S est maintenant remplacée par deux sources S' et S'' incohérentes placées dans le même plan que S symétriquement par rapport au plan (Oyz). La distance entre les deux sources S' et S'' est égale à $2h$.
   Donnez l'expression de l'intensité lumineuse :
   (a) $I_2(x, h)$ observée au point M si seule la deuxième source S'' était présente.
   (b) $I(x, h)$ observée au point M due aux deux sources ensemble. Justifiez.
6. Montrez que cette intensité se met sous la forme

$$I(x,h) = 4I_0 \left(1 + cos\left[\frac{2\pi hd}{\lambda D}\right] cos\left[\frac{2\pi xd}{\lambda D'}\right]\right)$$

On donne $cos\, p + cos\, q = 2cos\left(\frac{p+q}{2}\right) cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$