

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE / Contrôle n° 1 / 1h50

Calculatrices autorisées (sans formules, ni fichiers texte!)

Une lunette astronomique, mise au point sur un objet très éloigné, comprend un objectif achromatique L_0 mince et un doublet oculaire (L_1, L_2) achromatique, de focale $f'_{oc} = + 37,5$ mm, et d'épaisseur $L_1 L_2 = 40$ mm.

I Caractéristiques de l'objectif

L'objectif donne d'un objet de diamètre apparent $20'$ une image objective $A_0 B_0$ de taille 2,9 mm. Il est achromatique et comprend une lentille plan-convexe et une lentille plan-concave accolées par leurs faces planes. Ces lentilles ont pour indices de réfraction respectifs 1,5 et 1,6 et pour nombres d'Abbe, 60 et 40.

1. Démontrer, schéma à l'appui, que la distance focale image de l'objectif est de l'ordre de 500 mm.
2. Calculer les focales des lentilles qui le composent, ainsi que les rayons de courbure des dioptries convexe et concave.

II Détermination de l'oculaire

1. Rappeler, sans démonstration, la condition d'achromatisme d'un doublet oculaire mince lorsque les deux lentilles sont faites dans le même matériau.
2. Démontrer que la focale du doublet achromatique est égale au produit des focales des lentilles divisé par l'épaisseur du doublet.
3. Dédire des deux relations précédentes les focales des lentilles, f'_1 et f'_2 .

On admettra que, lorsque l'on connaît la somme S et le produit P de deux nombres, ceux-ci sont solutions de l'équation du second degré

$$x^2 - Sx + P = 0$$

On retiendra la solution $f'_1 > f'_2$

.....

On suppose, dans tout ce qui suit, les caractéristiques de l'oculaire données en millimètre par le tableau suivant :

f'_1	f'_2	e	$\overline{L_1 F_{oc}}$	$\overline{L_1 H_{oc}}$	$\overline{L_2 F'_{oc}}$	$\overline{L_2 H'_{oc}}$
+ 50	+ 30	40	+ 12,5	+ 50	+ 7,5	- 30

.....

4. Construire sur un schéma à l'échelle 2 les points cardinaux du doublet oculaire, et vérifier les quatre dernières valeurs données dans le tableau ci-dessus.

III Réglage de l'oculaire

L'oculaire permet d'examiner les détails de l'image objective A_0B_0 . Le conjugué de cette image à travers l'oculaire est nommé $A'B'$.

L'observateur hypermétrope de 5 dioptries regarde sans accommoder à travers l'oculaire. On suppose le plan principal objet de son œil $[H_{œ}]$ placé à 10 mm de L_2 .

1. Calculer la position de l'image objective (*On donnera $\overline{L_1 A_0}$*), ainsi que le grandissement transversal entre cette image et l'image instrumentale.
Préciser dans quel sens et de combien l'oculaire a été déplacé à partir d'une position de réglage de la lunette afocale.
2. Quelle est la puissance intrinsèque de l'oculaire ?
Quelle est sa puissance quand il est utilisé par l'hypermétrope ?
Pourrait-on confondre ces deux puissances ? Pourquoi ?
La taille de l'image objective est $A_0B_0 = 2,9$ mm. Sous quel diamètre apparent son image va-t-elle être observée par l'hypermétrope ?
3. Placer sur un schéma à l'échelle 1 les points $F_{oc}, H'_{oc}, H_{oc}, F'_{oc}, H_{œ}, A'$ (confondu avec le remotum R de l'hypermétrope) et les deux lentilles de l'oculaire.
On prendra comme taille d'image instrumentale $A'B' = 47$ mm.
Construire, en utilisant uniquement les éléments cardinaux de l'oculaire, l'image objective A_0B_0 .
Coter sa position, évaluer graphiquement le grandissement entre l'image objective et l'image instrumentale, puis comparer ces valeurs à celles calculées précédemment.
4. Dessiner, sur le schéma précédent, la marche réelle, à travers les deux lentilles de l'oculaire, d'un pinceau lumineux issu de B_0 .