

Un petit télescope Cassegrain

Un télescope d'amateur est constitué d'un miroir primaire concave (M_1) de diamètre $2r_1=250$ mm et de rayon de courbure $R_1=1000$ mm, associé à un miroir secondaire convexe (M_2). Les surfaces réfléchissantes des miroirs sont face à face; la lumière se réfléchit d'abord sur (M_1) puis sur (M_2); la qualité des images n'est pas affectée à condition que le diamètre de (M_2) ne dépasse pas 0,3 fois celui de (M_1). On désire que les images des objets astronomiques se forment à 120 mm en arrière du plan de (M_1) qui est donc percé d'un trou en son centre.

On suppose que les miroirs travaillent dans les conditions de Gauss.

1.

- 1.1. Définir la distance focale équivalente du télescope.
- 1.2. Déterminer la distance $d=S_1S_2$ et la distance focale de (M_2) pour que la distance focale équivalente soit de 2000 mm.
- 1.3. Calculer dans ces conditions le diamètre minimal de (M_2) ainsi que celui du trou central de (M_1)

2. On désire que le champ total du télescope soit de 1,5 degré. En admettant qu'aucun diaphragme autre que la monture des miroirs ne vienne limiter le champ déterminer:

- 2.1. le diamètre du miroir (M_2);
- 2.2. le diamètre du trou dans (M_1);

3. Le télescope est utilisé pour observer la planète Mars à une époque favorable où son diamètre angulaire apparent est de 20 secondes d'arc.

- 3.1. Quel est le diamètre de l'image de la planète dans le plan focal du télescope ?
- 3.2. Calculer la limite de résolution théorique ($e = 0.61 \frac{\lambda}{R}$) du télescope imposée par la diffraction pour une longueur d'onde moyenne de 550 nanomètres. (*NB : cette notion ne figure pas au programme des classes de 1^{ère} année de CPGE*)
- 3.3. Sachant que la structure de la rétine impose une limite de résolution de l'ordre d'une minute d'arc, quels sont le grossissement du télescope et la distance focale de l'oculaire permettant d'exploiter au mieux le télescope? (grossissement résolvant)
- 3.4. La planète Mars a un diamètre de 6790 km; en déduire la dimension des plus petits objets discernables à la surface de la planète ?

4. Pour réaliser des photographies on place derrière (M_1) un ensemble comportant une lentille convergente et un boîtier porte-film. La lentille de distance focale 12 mm est à 150 mm du film.

- 4.1. Comment faut-il positionner cette lentille par rapport au télescope?
- 4.2. Quelle est la dimension de l'image de Mars obtenue sur le film?

5. On place dans le plan focal du télescope un capteur CCD comportant 1024x1024 pixels carrés de 13 μm de côté.

- 5.1. Calculer le champ objet correspondant et la limite de résolution angulaire imposée par ce capteur.
- 5.2. On photographie la Lune, de diamètre 3476 km, située à la distance moyenne de 384000 km de la Terre. Quelle est la taille des plus petits objets discernables à la surface de la Lune ?
- 5.3. Que penser de l'utilisation de ce capteur pour photographier Mars ?