

DM : Utilisation d'une lunette pour observer Saturne

Tous les angles définis dans l'énoncé sont des angles orientés. On considère une lunette afocale, constituée d'une première lentille (L_1) de vergence $V_1 = 1\delta$ et d'une deuxième lentille (L_2) de vergence $V_2 = -5\delta$, alignées sur un même axe, utilisées dans les conditions de Gauss.

1. Énoncer les conditions de Gauss. Quelles sont leurs conséquences pour des lentilles minces ?
2. Préciser quelle lentille est l'oculaire et laquelle est l'objectif, si elles sont convergente ou divergente. Que signifie le terme afocal ? Où sont les foyers objet et image de la lunette dans ce cas ?
3. On note $e = \overline{O_1O_2}$, la mesure algébrique séparant les deux lentilles. Exprimer e en fonction des deux distances focales images des deux lentilles, puis la calculer en cm.
4. Un observateur regarde Saturne et son anneau le plus brillant avec la lunette précédente depuis la surface de la terre. Le centre de Saturne est considéré comme un point A situé à l'infini, et une portion de son anneau comme un point B situé également à l'infini. L'axe de la lunette est pointé vers A , de sorte que le faisceau lumineux issu de A soit parallèle avec l'axe optique de la lunette. Le faisceau lumineux issu de B fait un angle α par rapport à l'axe optique.
- 4.a Reproduire, à l'échelle 1/10, l'association des 2 lentilles modélisant la lunette. Positionner les points O_1, F_1, F'_1, O_2, F_2 et F'_2 . Tracer le rayon lumineux issu du point B en prenant, par souci de lisibilité, un angle α d'environ 10° . Tracer l'image intermédiaire A_1B_1 de AB , puis positionner l'image définitive $A'B'$ à travers la lunette.
- 4.b Quelle est la caractéristique du faisceau émergent ? L'image intermédiaire A_1B_1 est-elle un objet virtuel ou réel pour (L_2) ?
- 4.c On note α' l'angle d'inclinaison, par rapport à l'axe optique, du rayon émergent coïncidant au rayon incident incliné de l'angle α . Soit G le grossissement de la lunette, défini par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Établir la relation donnant G en fonction des distances focales, puis calculer le grossissement.
5. Le rayon de l'anneau de Saturne est noté R et vaut environ environ 10^5 km. La distance entre Saturne et la Terre est notée D et vaut 2.10^{12} m.
- 5.a Le pouvoir séparateur de l'œil (angle minimum entre deux rayons pour qu'ils puissent être distingués) est d'environ 10^{-4} rad. Calculer α et α' , puis préciser si on peut voir les anneaux à l'œil nu ? grâce à la lunette ?
- 5.b On remplace l'œil par une caméra numérique assimilée à une lentille mince (L_3) de vergence $V_3 = +50\delta$ placée à 20 cm après (L_2). La plaque photosensible (P) de la caméra est tapissée de cellules photosensibles (les pixels) mesurant chacune 1μ m de coté. Pour obtenir une image nette sur (P) où doit-on placer (P) par rapport à (L_3) ?
- 5.c Préciser le nombre n de pixels de la caméra utilisés lors de l'observation d'un anneau de Saturne.

DM : Utilisation d'une lunette pour observer Saturne

Tous les angles définis dans l'énoncé sont des angles orientés. On considère une lunette afocale, constituée d'une première lentille (L_1) de vergence $V_1 = 1\delta$ et d'une deuxième lentille (L_2) de vergence $V_2 = -5\delta$, alignées sur un même axe, utilisées dans les conditions de Gauss.

1. Énoncer les conditions de Gauss. Quelles sont leurs conséquences pour des lentilles minces ?
2. Préciser quelle lentille est l'oculaire et laquelle est l'objectif, si elles sont convergente ou divergente. Que signifie le terme afocal ? Où sont les foyers objet et image de la lunette dans ce cas ?
3. On note $e = \overline{O_1O_2}$, la mesure algébrique séparant les deux lentilles. Exprimer e en fonction des deux distances focales images des deux lentilles, puis la calculer en cm.
4. Un observateur regarde Saturne et son anneau le plus brillant avec la lunette précédente depuis la surface de la terre. Le centre de Saturne est considéré comme un point A situé à l'infini, et une portion de son anneau comme un point B situé également à l'infini. L'axe de la lunette est pointé vers A , de sorte que le faisceau lumineux issu de A soit parallèle avec l'axe optique de la lunette. Le faisceau lumineux issu de B fait un angle α par rapport à l'axe optique.
- 4.a Reproduire, à l'échelle 1/10, l'association des 2 lentilles modélisant la lunette. Positionner les points O_1, F_1, F'_1, O_2, F_2 et F'_2 . Tracer le rayon lumineux issu du point B en prenant, par souci de lisibilité, un angle α d'environ 10° . Tracer l'image intermédiaire A_1B_1 de AB , puis positionner l'image définitive $A'B'$ à travers la lunette.
- 4.b Quelle est la caractéristique du faisceau émergent ? L'image intermédiaire A_1B_1 est-elle un objet virtuel ou réel pour (L_2) ?
- 4.c On note α' l'angle d'inclinaison, par rapport à l'axe optique, du rayon émergent coïncidant au rayon incident incliné de l'angle α . Soit G le grossissement de la lunette, défini par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Établir la relation donnant G en fonction des distances focales, puis calculer le grossissement.
5. Le rayon de l'anneau de Saturne est noté R et vaut environ environ 10^5 km. La distance entre Saturne et la Terre est notée D et vaut 2.10^{12} m.
- 5.a Le pouvoir séparateur de l'œil (angle minimum entre deux rayons pour qu'ils puissent être distingués) est d'environ 10^{-4} rad. Calculer α et α' , puis préciser si on peut voir les anneaux à l'œil nu ? grâce à la lunette ?
- 5.b On remplace l'œil par une caméra numérique assimilée à une lentille mince (L_3) de vergence $V_3 = +50\delta$ placée à 20 cm après (L_2). La plaque photosensible (P) de la caméra est tapissée de cellules photosensibles (les pixels) mesurant chacune 1μ m de coté. Pour obtenir une image nette sur (P) où doit-on placer (P) par rapport à (L_3) ?
- 5.c Préciser le nombre n de pixels de la caméra utilisés lors de l'observation d'un anneau de Saturne.