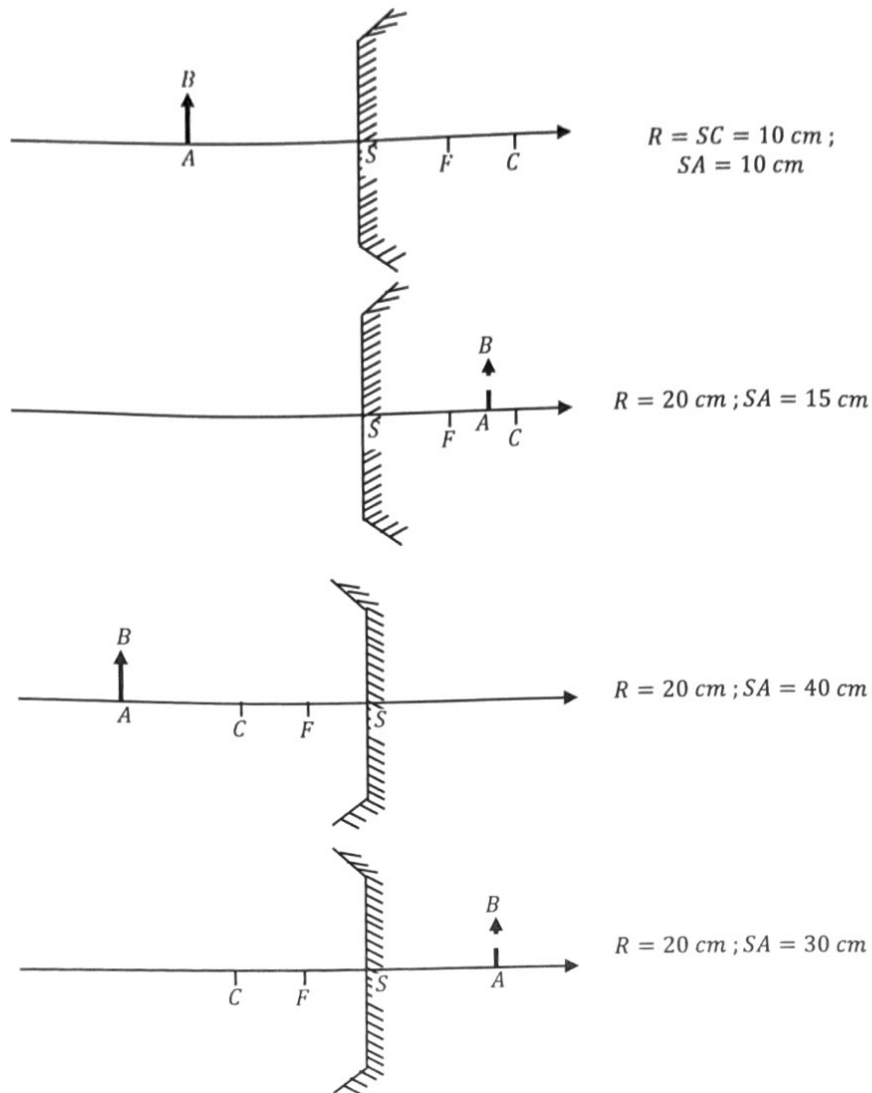


Miroirs, exercices

Exercice 1 : Images par un miroir sphérique



Dans les différentes configurations présentées, déterminer par le tracé et par le calcul, la position de l'image $\overline{SA'}$ de l'objet représenté.



Exercice 2 : Four solaire



Le four solaire d'Odeillo est un des plus puissants fours solaires du monde. Il est constitué d'un ensemble de 63 miroirs plans (les héliostats) pouvant réfléchir la lumière solaire sur un miroir parabolique (le concentrateur, considéré sphérique) d'une distance focale de 18 m. On cherche à estimer la puissance de ce dispositif.



1. Le Soleil possède un diamètre de 1.39×10^9 m, et est situé à environ 1.5×10^{11} m de la Terre. Sous quel angle est-il observé depuis cette dernière ?
2. En déduire le diamètre de l'image du Soleil formée par le miroir concentrateur. En réalité ce diamètre est de 40 cm environ.
3. Au niveau du sol, la puissance du rayonnement solaire est en moyenne 700 W m^{-2} . Les héliostats ont chacun une surface de 65 m^2 . On suppose que 50% de la puissance captée par les héliostats est redirigée vers le foyer du système. Déterminer la puissance reçue au niveau du foyer du concentrateur. Est-il juste de dire qu'elle équivaut à celle de 10 000 soleils ?
4. Pour faire monter un kilogramme de fer d'un degré Celsius, il faut dépenser environ 450 joules d'énergie. En combien de temps le four solaire est-il capable de faire fondre un bloc de fer d'une tonne ? La température de fusion du fer est de 1540 degrés Celsius environ.

Exercice 3 : Télescope de Cassegrain



On considère un télescope Cassegrain constitué d'un miroir sphérique concave de rayon $R_1 = 3$ m et de sommet S_1 , ainsi que d'un miroir convexe de rayon $R_2 = 1$ m et de sommet S_2 . Le grand miroir est percé en son sommet pour laisser passer des rayons lumineux jusqu'à l'observateur placé derrière. Quelle doit être la distance entre les centres S_1 et S_2 pour que l'observateur puisse observer au point S_1 l'image d'un objet à l'infini ?

Exercice 4 : Image d'une étoile double par le VLT



L'un des quatre télescopes identiques du VLT (Very Large Telescope), de l'ESO (Observatoire Européen du Sud), est constitué de deux miroirs en montage de Cassegrain. Le miroir primaire M_p est parabolique; on l'assimile à un miroir sphérique de rayon : $R_p = S_p C_p = 28,8$ m. Il est percé d'une ouverture centrée sur S_p de 1 m de diamètre, afin que l'image finale donnée par un miroir secondaire M_s , de sommet S_s et de diamètre $D_s \sim 1,12$ m, puisse se former à droite de M_p . Bien qu'hyperbolique, le miroir secondaire sera considéré comme un miroir sphérique de rayon de courbure : $R_s = S_s C_s = 4,5$ m. La distance entre les sommets des miroirs vaut : $S_s S_p = 12,4$ m.

1. Représenter schématiquement le montage, sans réaliser de tracé de rayon
2. Quelle est la distance $A'B'$ qui sépare les images, supposées ponctuelles, que donne M_p de deux étoiles distantes angulairement de l'angle θ ? Calculer sa valeur pour les deux composantes de l'étoile double Alpha Centauri distantes angulairement de $\theta = 20''$. On rappelle qu'une minute d'arc ($1'$) est égale à $1/60^\circ$ de degré, et qu'une seconde d'arc ($1''$) est égale à $1/60'$ de minute d'arc.
3. On place, dans le plan focal de M_p , un détecteur composé de pixels jointifs et carrés, de 9μ m de côté. Les deux composantes de l'étoile double Alpha Centauri sont-elles résolues par le détecteur? Commenter.
4. On s'intéresse aux images données par l'ensemble des deux miroirs primaire et secondaire. Déterminer la position de l'image du doublet d'étoiles, en précisant notamment les distances $S_p A_i$ et $S_s A_i$.
5. Exprimer le grandissement d'un objet observé par un miroir sphérique en fonction de la distance focale f' du miroir, ainsi que de la distance $\overline{F\bar{A}}$ entre le foyer du miroir et l'objet observé.
6. Quelle est la taille de l'image définitive $A_i B_i$ de Alpha Centauri. Comparer au résultat obtenu avec le seul miroir M_p .
7. Quelle serait la distance focale d'un miroir unique équivalent au télescope, c'est-à-dire qui fournirait une image identique du doublet d'étoiles? Commenter.