

Tableau périodique et optique géométrique

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leur calculs.

Exercice de Chimie : (Extrait de l'épreuve commune du concours 2007 des écoles des « Petites » Mines)

L'aluminium a pour numéro atomique $Z = 13$.

D.1. Que signifie Z ? Quelle est la configuration électronique de l'aluminium dans l'état fondamental.

D.2. Quel est l'ion le plus probable? Justifier.

D.3. On plonge un morceau de feuille d'aluminium préalablement chauffé dans un ballon contenant du dichlore, Cl_2 . Le métal s'enflamme et il se forme des fumées blanches de chlorure d'aluminium, AlCl_3 .

D.3.1. Ecrire la réaction.

D.3.2. Quelle propriété de l'aluminium met-on en évidence? Comment évolue-t-elle dans une ligne de la classification périodique?

Problème 1 d'optique : (Extrait banque PT 2011)

Le télescope du satellite SPOT est une combinaison catadioptrique à miroir sphérique dérivée du télescope de Schmidt-Cassegrain. Cette combinaison a été choisie pour ses performances en résolution et son bon comportement chromatique.

Préliminaire : les miroirs sphériques

A1. Énoncer les conditions qui permettent de réaliser l'approximation de Gauss. Quelle conséquence l'approximation de Gauss a-t-elle sur le stigmatisme et l'aplanétisme?

A2. On considère un miroir sphérique convexe de centre C et de sommet S . Un objet \overline{AB} assimilable à un segment est placé perpendiculairement à l'axe optique, l'extrémité A étant située sur cet axe. Reproduire le schéma de la figure 3 sur votre copie. Placer les foyers objet F et images F' puis construire, dans le cadre de l'approximation de Gauss, l'image $\overline{A'B'}$ de \overline{AB} .

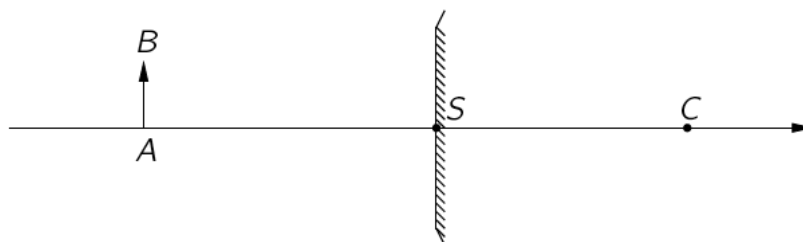


FIGURE 3 – Tracé de F et $A'B'$ à réaliser - recopier le schéma sur la copie.

A3. Rappeler le formule de conjugaison de Descartes avec origine au sommet, relative aux miroirs sphériques, reliant la position de l'objet A , à son image A' et au centre C repérés par \overline{SA} , $\overline{SA'}$ et \overline{SC} . Rappeler également la formule de grandissement avec origine au sommet.

Télescope de Schmidt-Cassegrain

On considère à présent un modèle de l'objectif du télescope de type Schmidt-Cassegrain utilisé dans les satellites SPOT.

Modèle : le télescope comprend deux miroirs sphériques en regard, associés de la manière suivante (Figure 4) :

- un miroir sphérique concave (\mathcal{M}_1) (plus simple et moins coûteux à fabriquer qu'un miroir parabolique), appelé miroir primaire, de sommet S_1 , de centre C_1 , de foyer F_1 et de rayon $R_1 = \overline{C_1S_1}$;
- un miroir sphérique convexe (\mathcal{M}_2) (pour modéliser le miroir hyperbolique), appelé miroir secondaire, de sommet S_2 , de centre C_2 , de foyer F_2 et de rayon $R_2 = \overline{C_2S_2}$.

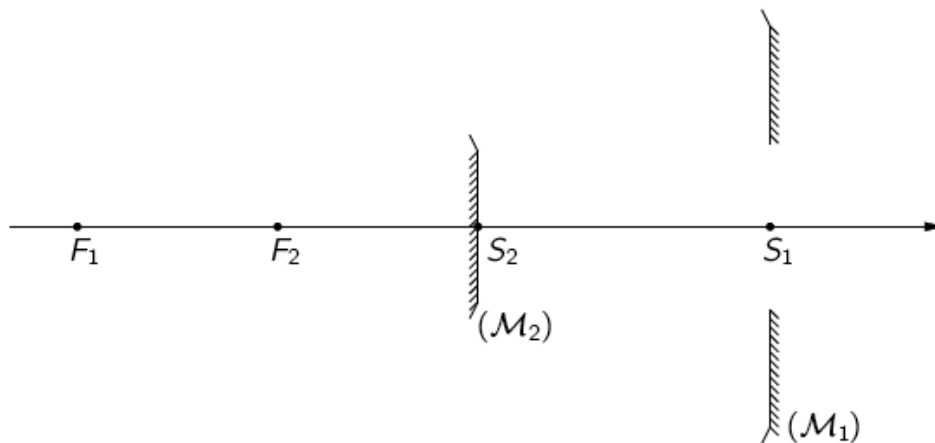


FIGURE 4 – Schéma de principe d'un télescope type Schmidt-Cassegrain.

Le miroir (\mathcal{M}_1) comprend une petite ouverture centrée en S_1 pour permettre le passage de la lumière après réflexion sur (\mathcal{M}_1) puis sur (\mathcal{M}_2). Le miroir (\mathcal{M}_2) est de petite dimension, afin de ne pas obstruer le passage de la lumière tombant sur le miroir primaire. On considérera que les miroirs sont utilisés dans les conditions de Gauss.

On observe à travers ce télescope un objet \overline{AB} , situé sur Terre à une distance $h = 800$ km du miroir (\mathcal{M}_1). A est située sur l'axe optique. L'objet étant très éloigné les rayons issus de B qui atteignent le miroir (\mathcal{M}_1) sont quasiment parallèles et forment avec l'axe optique l'angle α . Après réflexion sur (\mathcal{M}_1), ces rayons se réfléchissent sur (\mathcal{M}_2) et forment une image finale $\overline{A'B'}$ située derrière (\mathcal{M}_1).

- A4.** Où se situe l'image intermédiaire $\overline{A'B'}$?
- A5.** Déterminer la position du foyer image F' , de l'association des miroirs (\mathcal{M}_1) et (\mathcal{M}_2) , en exprimant $D = \overline{S_1F'}$ en fonction de R_1 , R_2 et $d = \overline{S_2S_1}$.
- A6.** Exprimer le grandissement transversal γ_1 du miroir (\mathcal{M}_1) , le grandissement transversal γ_2 du miroir (\mathcal{M}_2) , en fonction de R_1 , d , D et h . Montrer que le grandissement total γ du télescope ainsi formé s'exprime comme :

$$\gamma = \frac{R_1(d + D)}{2h(d - \frac{R_1}{2})}$$

- A7.** Calculer γ pour $R_1 = 2,0$ m, $R_2 = 25$ m et $d = 41$ cm sachant que $D = 20$ cm. On donnera le résultat à deux chiffres significatifs près. L'image finale est-elle droite ou renversée ?
- A8.** Quelle serait la distance focale f'_L d'une unique lentille mince qui donnerait une image de même taille ?
- A9.** Conclure en donnant le ou les avantages du montage Cassegrain par rapport au système constitué d'une seule lentille convergente.

Problème 2 d'optique: (Extrait banque PT 2010)

On considère un prisme d'angle $A = 60^\circ$ constitué d'un verre d'indice n . On appelle déviation (notée D) l'angle entre le rayon transmis par le prisme et le rayon incident.

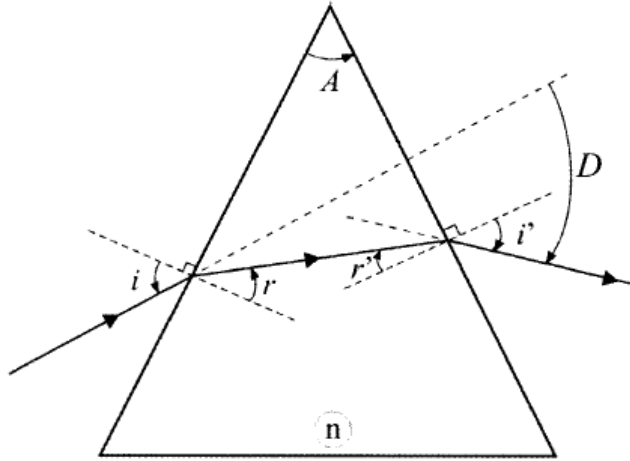


Figure A.1 Déviation d'un rayon lumineux par un prisme.

A.I. Etude de la déviation d'un rayon lumineux

A.I.1. Rappeler, en précisant bien ce que sont les différentes grandeurs sur un schéma, les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et pour la réfraction.

A.I.2. On notera i et i' les angles d'incidence à l'entrée et à la sortie du prisme, ainsi que r et r' les angles des rayons réfractés à l'intérieur du prisme respectivement côté entrée et côté sortie.

La convention de signe est trigonométrique pour A , i , et r , et horaire pour i' , r' et D .

A.I.2.1 Quelles sont, pour un rayon incident situé dans le plan perpendiculaire à l'arête du prisme, les relations entre angles d'incidence et angles de réfraction ?

↓ Etablir une relation entre r' , r et A .

A.I.2.2 Etablir une relation entre i' , i , D et A .

Pour une valeur donnée de l'indice n , la déviation D est en fait seulement fonction de i . Lorsque i varie, la déviation D présente une valeur minimale, notée D_m dans la suite.

A.I.3. Donner les valeurs de i , i' , r et r' au minimum de déviation (justification non demandée). Faire un schéma du cheminement des rayons dans le prisme pour cette situation.

A.I.4. Etablir la relation $n \sin\left(\frac{A}{2}\right) = \sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right)$. En déduire une méthode expérimentale pour mesurer l'indice d'un matériau.