

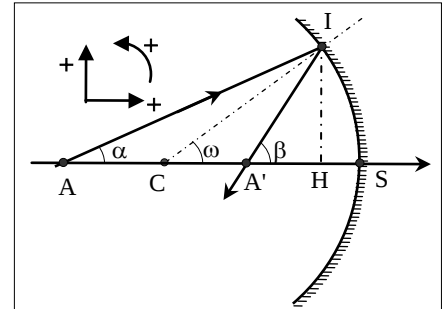
Travaux Dirigés d'optique géométrique. Module Physique 2 S.M.I.A.

Série 2 : Système optique à surface sphérique : Miroirs et Dioptries sphériques. Lentilles sphériques minces

Chapitre 5 : Miroir Sphérique

Exercice 1. Approximation de Gauss. Relations de conjugaison et de grandissement.

On considère un miroir sphérique concave de centre C et de sommet S. Un rayon lumineux faisant un angle α avec l'axe optique (CS). IL coupe cet axe en A et arrive en I sur le miroir sous l'angle d'incidence i . On adoptera les notations de la figure ci-contre.



1) Donner les expressions des tangentes des angles α , β et ω

2) On se place dans les conditions de Gauss les angles sont supposés petits et le point I est très proche de l'axe optique ($H \cong S$).

Donner les relations liant α , ω et β aux grandeurs algébriques $\overline{SA}$, $\overline{SA'}$, $\overline{SC}$ et $\overline{HI}$

3) a- Déterminer la relation qui lie les angles α , β et ω .

b- En utilisant cette relation, déterminer la relation de conjugaison avec origine au sommet S du miroir

4) Une relation de conjugaison est une relation qui lie un point objet A à son image A'

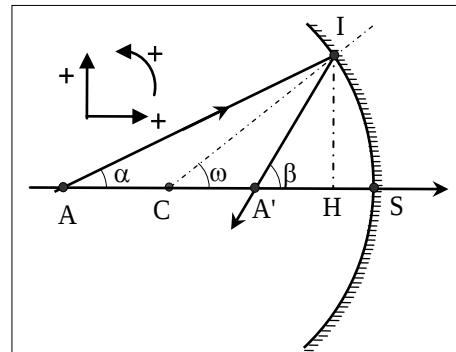
Donner la position des foyers objet et image. Préciser la position de l'image ou de l'objet qui leur correspond.

Corrigé exercice 1

1) Tangentes des angles compte tenu de la convention de signe indiqué sur la figure

$$\text{tg}(\alpha) = \frac{\overline{HI}}{\overline{AH}}, \quad \text{tg}(\omega) = \frac{\overline{HI}}{\overline{CH}} \quad \text{et} \quad \text{tg}(\beta) = \frac{\overline{HI}}{\overline{A'H}}$$

2) Les conditions de l'approximation de Gauss se traduisent par



$$|\text{tg}(\alpha) \approx \alpha \quad \text{de même pour } \beta \quad \text{et } \omega| \quad \text{On peut pratiquement assimiler H à S}$$

On obtient $\alpha = \frac{\overline{SI}}{\overline{AS}} \quad \omega = \frac{\overline{SI}}{\overline{CS}} \quad \beta = \frac{\overline{SI}}{\overline{A'S}}$

3) a relation entre les angles α , β et ω .

$$\left. \begin{array}{l} \text{Triangle AIC : } \alpha + i + \pi - \omega = \pi \Rightarrow i = \omega - \alpha \\ \text{Triangle A'IC : } \omega + i + \pi - \beta = \pi \Rightarrow i = \beta - \omega \end{array} \right\} \boxed{\alpha + \beta = 2\omega}$$

Cette relation est également appelée relation de conjugaison.

b Remplaçons les angles par leur expressions

$$\alpha + \beta = 2\omega \quad \frac{\overline{SI}}{\overline{AS}} + \frac{\overline{SI}}{\overline{A'S}} = 2 \frac{\overline{SI}}{\overline{CS}} \quad \text{Soit} \quad \boxed{\frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}}$$

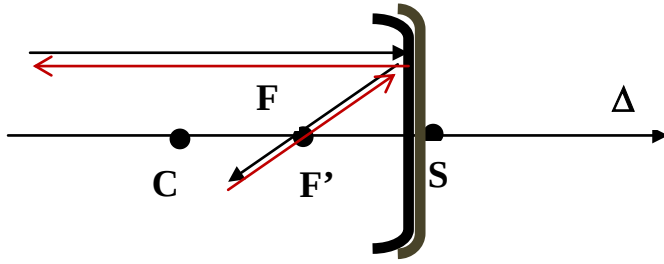
4). Expressions des distances focales.

Le foyer image F' est l'image d'un objet à l'infini sur l'axe $\boxed{A \rightarrow -\infty}$

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{f'} \quad \text{soit la distance focale image} \quad \boxed{f' = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2}}$$

Le foyer objet F a son image rejetée à l'infini sur l'axe : $A' \rightarrow \infty$

$$\frac{1}{\overline{SF}} + \frac{1}{\infty} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{f} \quad \text{soit la distance focale objet} \quad f = \overline{SF} = \frac{\overline{SC}}{2}$$



Exercice 2 : Soit un miroir concave utilisé dans l'approximation de Gauss. On note C son centre, S son sommet, F et F' ses foyers principaux objet et image. La mesure algébrique du rayon de ce miroir est $\overline{SC} = -30\text{cm}$.

1. Quelle est la distance focale $\overline{SF'}$ de ce miroir concave ? en déduire sa vergence V
2. Construire graphiquement la marche d'un rayon lumineux quelconque non parallèle à l'axe optique Δ de ce miroir après réflexion sur le miroir de quatre manières différentes :
 - a- En utilisant le centre C et le plan focal image
 - b- En utilisant le centre C et l'axe optique Δ
 - c- En utilisant le sommet S et le plan focal image
 - d- En utilisant le foyer principal objet F et le plan focal image

Corrigé exercice 2

L'image A'B' de l'objet AB, formée par le miroir sphérique de sommet S, de centre C et de foyer principal image F' tel que la relation de conjugaison s'exprime comme suit.

$$AB \xrightarrow{M(S,C,F')} A'B' \Rightarrow \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}$$

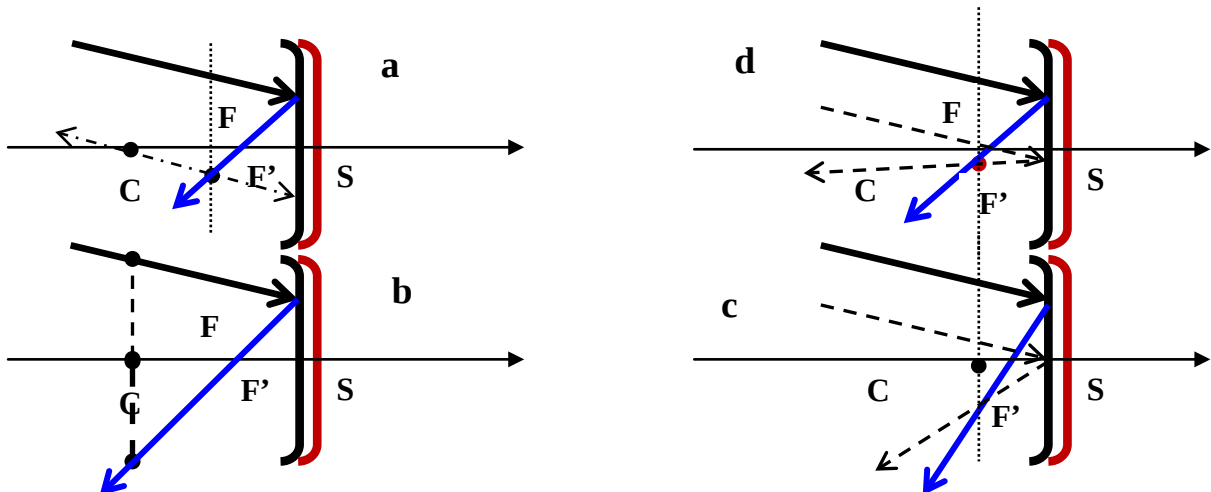
Quand l'objet AB est situé sur l'axe optique et à l'infini, alors son image sera formée sur le foyer principal image tel que A tend vers l'infini et $A' = F'$:

$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{f'} \quad \text{soit la distance focale image} \quad f' = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2}$$

Application numérique :

$$f' = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2} = \frac{-30}{2} = -15\text{cm}$$

$$V = \frac{1}{f'} = \frac{1}{\overline{SF'}(\text{m})} = \frac{1}{-15 \cdot 10^{-2} \text{m}} = \frac{-100}{15} = -6,678(\text{m}^{-1})$$



Exercice 3 : Miroirs sphériques convexe & concave

Un objet AB réel est placé en face d'un miroir sphérique convexe de centre C, de sommet S et de rayon 50 cm. Le point A se trouve à 100 cm du sommet S.

1. Quelle est la distance focale $\overline{SF'} = f'$ de ce miroir ? En déduire sa vergence V.
2. Déterminer la position de A', image du point A par ce miroir sphérique.
3. Calculer le grandissement γ_t et préciser la nature de l'image A'B'.
4. Construire géométriquement l'image A'B' de AB, en précisant la position du foyer principal image F' de ce miroir sphérique.
5. Reprendre les questions 1 à 4 dans le cas où le miroir est concave du même rayon 50 cm, l'objet AB gardant la même position. Préciser la nature de l'image A'B'.

Corrigé exercice 3

1. La distance focale de ce miroir convexe de centre C, de sommet S et de rayon SC=50cm est :

$$f' = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2} = \frac{50}{2} = 25\text{cm} \quad \text{la vergence de ce miroir est :}$$

$$V = \frac{1}{f'} = \frac{1}{\overline{SF'}(\text{m})} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-2} \text{m}} = \frac{100}{25} = 4\delta(\text{m}^{-1})$$

2. L'image A'B' de l'objet AB, formée par le miroir sphérique de sommet S, de centre C et de foyer principal image F' tel que la relation de conjugaison s'exprime comme suit.

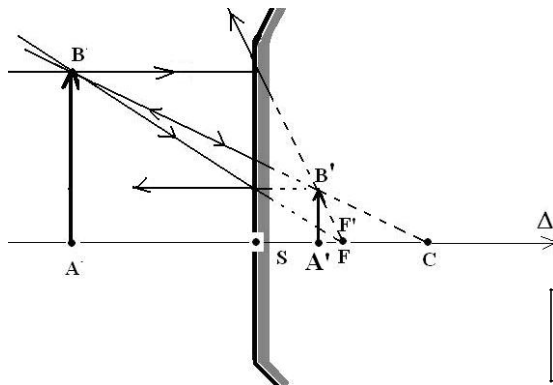
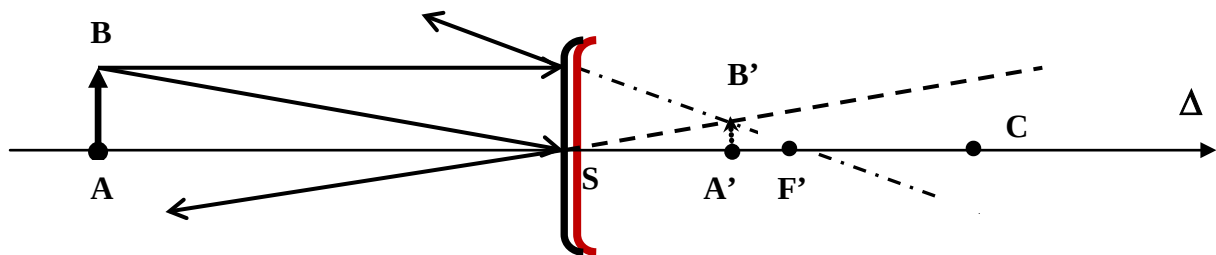
$$AB \xrightarrow{M(S,C,F')} A'B' \Rightarrow \frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}} \quad \text{Origine de l'axe } \Delta \text{ fixée au sommet S.}$$

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow \overline{SA'} = \frac{\overline{SC} \cdot \overline{SA}}{2 \cdot \overline{SA} - \overline{SC}} = 20\text{cm}, \text{ avec } \overline{SC} = +50\text{cm}, \overline{SA} = -100\text{cm}$$

3. **origine au sommet S :** le grandissement transversal s'exprime comme suit :

$$\gamma_t = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} \quad \text{A.N.: } \gamma_t = -\frac{20\text{cm}}{-100\text{cm}} = +0,20, \text{ l'image A'B' est une image virtuelle,}$$

droite, et plus petite que l'objet AB.



4. La distance focale de ce miroir concave de centre C, de sommet S et de rayon SC = -50cm est :

$$f' = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2} = \frac{-50}{2} = -25\text{cm} \quad \text{La vergence}$$

de ce miroir est :

$$V = \frac{1}{f'} = \frac{1}{\overline{SF'}(\text{m})} = \frac{1}{-25 \cdot 10^{-2} \text{m}} = -\frac{100}{25} = -4\delta(\text{m}^{-1})$$

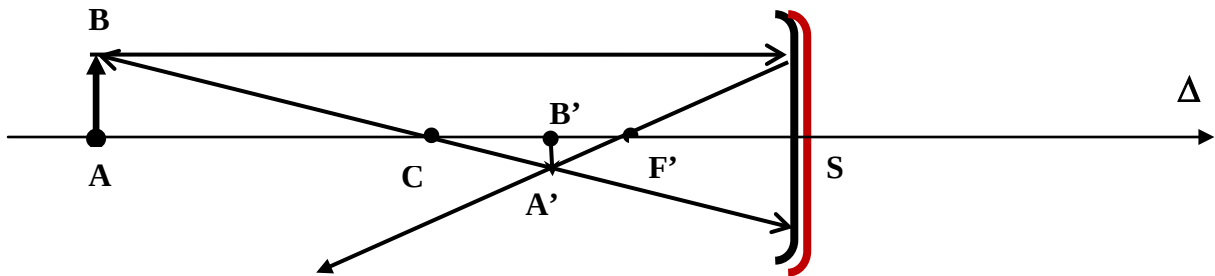
5. L'image A'B' de l'objet AB, formée par le miroir sphérique de sommet S, de centre C et de foyer principal image F' tel que la relation de conjugaison s'exprime comme suit.

$$AB \xrightarrow{M(S,C,F')} A'B' \Rightarrow \boxed{\frac{1}{\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA'}} = \frac{2}{\overline{SC}}} \text{ Origine de l'axe } \Delta \text{ fixée au sommet S.}$$

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow \boxed{\overline{SA'} = \frac{\overline{SC} \cdot \overline{SA}}{2 \cdot \overline{SA} - \overline{SC}}} = 33,3\text{cm}, \text{ avec } \overline{SC} = -50\text{cm}, \overline{SA} = -100\text{cm}$$

6. **origine au sommet S** : le grandissement transversal s'exprime comme suit :

$$\boxed{\gamma_t = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}} \quad \text{A.N.: } \boxed{\gamma_t = -\frac{33,3\text{cm}}{-100\text{cm}} = -0,33}, \text{ l'image } A'B' \text{ est une image réelle, renversée, et plus petite que l'objet AB.}$$



Exercice 4 : Etude d'un miroir sphérique Concave

Soit un miroir sphérique concave de centre C, de sommet S et de rayon $R = -\overline{SC} = 30\text{cm}$.

1. Quelle est la distance focale $\overline{SF'} = f'$ de ce miroir ? En déduire sa vergence V.
2. On place un objet **réel** AB à 40 cm du sommet S de ce miroir concave. Dans l'approximation de Gauss, déterminer, par le calcul, la position de l'image A'B' de l'objet AB fournie par ce miroir, en choisissant respectivement le sommet S, le centre C et les foyers principaux (F, F'), comme origine de l'axe optique Δ. En déduire la nature de cette image A'B'.
3. Calculer le grandissement transversal γ. S'agit-il d'une image droite ou renversée.
4. Dans le cas où cet objet AB présente une structure allongée sur l'axe optique Δ de ce miroir concave, montrer que le grandissement axial :

$$\text{Origine de l'axe optique } \Delta \text{ est fixée au sommet S : } \gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}} = -\gamma_t^2$$

$$\text{Origine de l'axe optique } \Delta \text{ est fixée au centre C : } \gamma_a = \frac{d\overline{CA'}}{d\overline{CA}} = -\gamma_t^2$$

$$\text{Double Origines de l'axe optique } \Delta \text{ est fixée aux foyers F et F' : } \gamma_a = \frac{d\overline{FA'}}{d\overline{FA}} = -\gamma_t^2$$

5. Déterminer la position $\overline{SA}$, d'un objet ABKH ayant une forme rectangulaire de hauteur $\overline{AB} = \overline{KH} = 6\text{mm}$ et de largeur $\overline{AK} = \overline{BH} = 9\text{mm}$, lorsque son image, fournie par ce miroir concave, est réelle et droite sachant que le grandissement axial $\gamma_a = -\frac{1}{9}$.
6. Calculer la position d'un objet AB lorsque son image A'B', fournie par ce miroir concave, est réelle, renversée et trois fois plus grande que l'objet AB.
7. Calculer la position d'un objet AB lorsque son image A'B', fournie par ce miroir concave, est virtuelle, droite et trois fois plus grande que l'objet AB.
8. Calculer la position d'un objet AB lorsque son image A'B', fournie par ce miroir concave, est réelle droite et trois fois plus petite que l'objet AB.
9. Vérifier les résultats précédents à l'aide d'une construction géométrique.

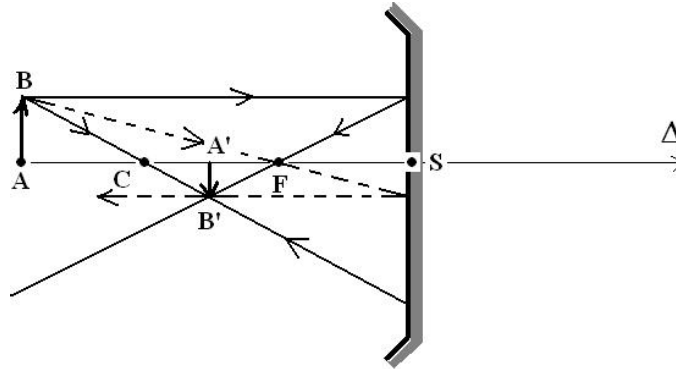
Corrigé exercice 4:

Soit un miroir concave de centre C, de sommet S et de rayon R.

1- Par définition, l'image d'un point situé à l'infini, fournie par un miroir sphérique de sommet S et de centre C, est le foyer principal image F' de ce miroir. F' est situé sur l'axe optique Δ de ce miroir sphérique. En vertu du principe du retour inverse de la lumière, l'image de F', fournie par ce même miroir sphérique, est située à l'infini. F' est aussi le foyer principal objet de ce miroir. Donc, dans le cas d'un miroir sphérique les deux foyers objet F et image F' sont confondus.

La distance focale est alors la mesure algébrique SF', ou SF, séparant le sommet S au foyer

principal image F' ou objet F, elle est égale à la moitié de son rayon tel que : $\overline{SF} = \frac{\overline{SC}}{2} = -15\text{cm}$



2- Soit un objet réel AB placé à une distance $d = 40\text{ cm}$ du sommet S de ce miroir concave. Dans l'approximation de Gauss, ce miroir fournit une image A'B' de cet objet AB. Cette image A'B' est située à une distance d' du sommet S de ce miroir. Donc, les points A et A' sont conjugués par rapport à ce miroir concave de centre C et de sommet S et de rayon $\overline{SC}$.

a- Origine au sommet S : Ces deux points A et A' sont liés par la relation de conjugaison en fixant l'origine au sommet S de ce miroir sphérique :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow \overline{SA'} = \frac{\overline{SC} \cdot \overline{SA}}{2 \cdot \overline{SA} - \overline{SC}} = -24\text{cm}, \text{ avec } \overline{SC} = -30\text{cm}, \overline{SA} = -40\text{cm}$$

Remarque : Il est à souligner que le sens positif de l'axe optique Δ de ce miroir concave est choisi arbitrairement dans le sens de propagation de la lumière, comme l'indique la figure ci-dessus. Donc on a $\overline{SC} < 0$, $\overline{SF} < 0$, $\overline{SA} < 0$, $\overline{SA'} < 0$.

b- origine au centre C : Si l'origine de l'axe optique Δ est fixé au point C, le centre de ce miroir, alors la relation de conjugaison des deux points A et son image A' fournie par ce miroir sphérique

s'expriment comme suit : $\frac{1}{\overline{CA}} + \frac{1}{\overline{CA'}} = \frac{2}{\overline{CS}}$, d'où $\overline{CA'} = \frac{\overline{CS} \cdot \overline{CA}}{2 \cdot \overline{CA} - \overline{CS}}$

A.N. : $\overline{CA'} = +6\text{cm}$, avec $\overline{CA} = \overline{CS} + \overline{SA} = +30\text{cm} - 40\text{cm} = -10\text{cm}$, $\overline{CS} = +30\text{cm}$

c- Doubles origines au foyers F et F' : Si l'origine de l'axe optique Δ , est fixée aux doubles foyers F et F' de ce miroir sphérique alors on a, d'après la relation de Newton :

$$\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = \overline{SF} \cdot \overline{SF'} = \overline{SF}^2 \Rightarrow \overline{F'A'} = \overline{FA'} = \frac{\overline{SF}^2}{\overline{FA}},$$

AN $\overline{F'A'} = -9\text{cm}$ avec $\overline{FA} = \overline{FS} + \overline{SA} = 15\text{cm} - 40\text{cm} = -25\text{cm}$, $\overline{SF} = -15\text{cm}$

3- Par définition, le grandissement transversal γ_t est le rapport des dimensions de l'image A'B'

et celle de l'objet AB, elle est donnée par l'expression suivante : $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

a- origine au sommet S : le grandissement transversal s'exprime comme suit :

$$\gamma_t = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} \quad \text{A.N.:} \quad \gamma_t = -\frac{24\text{cm}}{40\text{cm}} = -0,6$$

b- origine au centre C : le grandissement transversal s'exprime comme

suit : $\gamma_t = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CA}} \quad \text{A.N.:} \quad \gamma_t = \frac{+6\text{cm}}{-10\text{cm}} = -0,6$

c- origine au foyer F ou F' : le grandissement transversal s'exprime comme suit :

$$\gamma_t = -\frac{\overline{FA'}}{f} = -\frac{f'}{\overline{FA}} \quad \text{A.N.:} \quad \gamma_t = -\frac{-9\text{cm}}{-15\text{cm}} = -\frac{3}{5} = -0,6$$

C'est une image renversée et plus petite que l'objet AB. On retrouve ces résultats à l'aide de la construction géométrique à l'échelle.

4. Dans le cas où cet objet AB présente une structure allongée sur l'axe optique Δ de ce miroir, montrer que le grandissement axial : $\gamma_a = -\gamma_t^2$ [1 point]

Dans le cas où l'objet à imager présente une structure allongée selon l'axe optique Δ de ce miroir concave, autrement dit l'objet possède une structure horizontale, alors son image fournie par ce miroir concave présente aussi une structure horizontale et le grandissement axial

correspondant est défini comme suit : $\gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}}$ c'est-à-dire le rapport des variations relatives à l'image et à l'objet.

a) Comme les deux points de l'axe optique Δ , A et A' sont conjugués par rapport au miroir concave alors la relation de conjugaison liant ces deux points s'exprime comme suit en choisissant le sommet S comme origine de l'axe optique Δ :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SF'}}$$

Une variation sur la position de l'objet A s'accompagne par une variation de la position de l'image A' tel que : $-\frac{d\overline{SA'}}{(\overline{SA'})^2} - \frac{d\overline{SA}}{(\overline{SA})^2} = 0$. Par conséquent on obtient

l'expression du grandissement axial : $\gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}} = -\frac{(\overline{SA'})^2}{(\overline{SA})^2} = -\gamma_t^2$

b) Comme les deux points de l'axe optique Δ , A et A' sont conjugués par rapport au miroir concave alors la relation de conjugaison liant ces deux points s'exprime comme suit en choisissant le centre C comme origine de l'axe optique Δ : $\frac{1}{\overline{CA'}} + \frac{1}{\overline{CA}} = \frac{2}{\overline{CS}} = \frac{1}{\overline{CF'}}$

Une variation sur la position de l'objet A s'accompagne par une

variation de la position de l'image A' tel que : $-\frac{d\overline{CA'}}{(\overline{CA'})^2} - \frac{d\overline{CA}}{(\overline{CA})^2} = 0$

Par conséquent on obtient l'expression du grandissement axial :

$$\gamma_a = \frac{d\overline{CA'}}{d\overline{CA}} = -\frac{(\overline{CA'})^2}{(\overline{CA})^2} = -\gamma_t^2$$

c) Comme les deux points de l'axe optique Δ , A et A' sont conjugués par rapport au miroir concave alors la relation de conjugaison liant ces deux points s'exprime comme suit en choisissant les deux foyers principaux objet F et image F' comme double origines de l'axe optique Δ :

$$\overline{F'A'}. \overline{FA} = \overline{FS}. \overline{F'S} \text{ Formule Newton.}$$

Une variation sur la position de l'objet A s'accompagne par une variation de la position de l'image A' tel que :

$$\overline{F'A'}. \overline{FA} = \overline{FS}. \overline{F'S} \Rightarrow d(\overline{F'A'}) . \overline{FA} + \overline{F'A'} . d(\overline{FA}) = 0.$$

Par conséquent on obtient l'expression du grandissement axial :

$$\gamma_a = \frac{d\overline{F'A'}}{d\overline{FA}} = \frac{\overline{F'A'}}{\overline{FA}} = - \frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'S}} \cdot \frac{\overline{F'S}}{\overline{FS}} \cdot \frac{\overline{FS}}{\overline{FA}} = -\gamma_t \cdot 1 \cdot \gamma_t = -\gamma_t^2$$

5. Déterminer la position $\overline{SA}$, d'un objet ayant une forme rectangulaire de hauteur $\overline{AB} = 6mm$ et de largeur $\overline{AK} = 9mm$, lorsque son image, fournie par ce miroir concave, est **réelle droite** et que le **grandissement axial** $\gamma_a = -\frac{1}{9}$. [2 points]

Comme le grandissement axial est $\gamma_a = -\frac{1}{9} = -\gamma_t^2$, alors le grandissement transversal est

$\gamma_t = \frac{1}{3}$, d'après la relation démontrée dans la question précédente. Or ce grandissement

transversal s'exprime comme suit : $\gamma_t = \frac{1}{3} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$, alors on a $\overline{SA'} = -\frac{\overline{SA}}{3}$.

La relation de conjugaison liant le point objet A à son image A', fournie par ce miroir concave,

permet d'écrire la relation suivante : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SF'}}$ $\Rightarrow -\frac{2}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$, d'où on la

position $\overline{SA}$ de l'objet qui permet d'obtenir une image réelle droite et avec un tel grandissement axial : $\overline{SA} = -\overline{SC} = 30cm$

6. Calculer la position d'un objet AB lorsque son image A'B', fournie par ce miroir concave, est réelle, renversée et trois fois plus grande que l'objet AB.

On cherche la position de l'objet $\overline{SA}$, de telle sorte que son image A'B', fournie par ce miroir concave soit réelle, renversée $\gamma_t < 0$ et trois fois plus grande que l'objet, c'est-à-dire le

grandissement transversal est $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -3$. Par ailleurs, la relation de conjugaison

liant le point objet A, situé sur l'axe optique Δ de ce miroir, à son image A', située également

sur ce même axe, fournie par ce miroir concave, permet d'écrire la relation suivante :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \quad \text{avec} \quad \overline{SA'} = 3\overline{SA} \Rightarrow \frac{4}{3.\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}, \text{ d'où on la position } \overline{SA} \text{ de l'objet}$$

qui permet d'obtenir une image réelle droite et avec un tel grandissement axial :

$$\boxed{\overline{SA} = \frac{2}{3}.\overline{SC} = -20\text{cm}}$$

7. Calculer la position d'un objet AB lorsque son image A'B', fournie par ce miroir concave, est virtuelle, droite et trois fois plus grande que l'objet AB.

On cherche la position de l'objet $\overline{SA}$, de telle sorte que son image A'B', fournie par ce miroir concave soit virtuelle, droite $\gamma_t > 0$ et trois fois plus grande que l'objet, c'est-à-dire le

grandissement transversal est $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = 3$. Par ailleurs, la relation de conjugaison

liant le point objet A, situé sur l'axe optique Δ de ce miroir, à son image A', située également sur ce même axe, fournie par ce miroir concave, permet d'écrire la relation suivante :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \quad \text{avec} \quad \overline{SA'} = -3\overline{SA} \Rightarrow \frac{2}{3.\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}, \text{ d'où on la position } \overline{SA} \text{ de l'objet}$$

qui permet d'obtenir une image réelle droite et avec un tel grandissement axial :

$$\boxed{\overline{SA} = \frac{1}{3}.\overline{SC} = -10\text{cm}}$$

8. Calculer la position d'un objet AB lorsque son image A'B', fournie par ce miroir concave, est réelle droite et trois fois plus petite que l'objet AB.

On cherche la position de l'objet $\overline{SA}$, de telle sorte que son image A'B', fournie par ce miroir concave soit réelle, droite $\gamma_t > 0$ et trois fois plus petite que l'objet, c'est-à-dire le

grandissement transversal est $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = \frac{1}{3}$. Par ailleurs, la relation de conjugaison

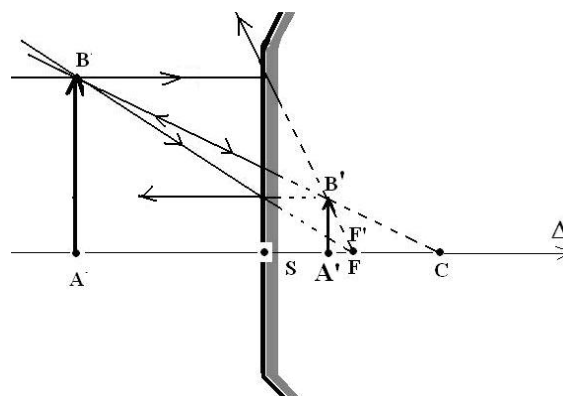
liant le point objet A, situé sur l'axe optique Δ de ce miroir, à son image A', située également sur ce même axe, fournie par ce miroir concave, permet d'écrire la relation suivante :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \quad \text{avec} \quad \overline{SA'} = -\frac{\overline{SA}}{3} \Rightarrow -\frac{2}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}, \text{ d'où on la position } \overline{SA} \text{ de l'objet}$$

qui permet d'obtenir une image réelle droite et avec un tel grandissement axial :

$$\boxed{\overline{SA} = -\overline{SC} = -30\text{cm}}$$

9. Vérifier ce résultat à l'aide d'une construction géométrique. [1 point]



Exercice 5 : Miroir sphérique de dentiste

Un dentiste utilise un petit miroir sphérique placé à l'extrémité d'un manche pour examiner la cavité buccale et les dents de ses patients. S est le sommet de ce miroir sphérique, C son centre. F et F' sont les foyers principaux objet et image de ce miroir sphérique. Sa distance focale est $\overline{SF'} = -2,00$ cm. Ce miroir donne, dans l'approximation de Gauss, lorsqu'il est situé à $\overline{SA} = -1,00$ cm d'une dent AB de taille 8,00 mm, une image A'B'.

a. Déterminer le rayon $\overline{SC}$ de ce miroir sphérique. Préciser la nature de ce miroir. Justifier.

b. Décrire l'image A'B', (sa position $\overline{SA'}$, sa nature, sa taille A'B')

c. Vérifier ces résultats par une construction géométrique.

d. Pour quelle position de la dent AB pour que son image A'B' soit virtuelle, droite et 4 fois plus grande que la dent AB.

Echelle : **Horizontale** : un grand carreau = 0.5 cm et **Verticale** : un grand carreau = 4 mm



Corrigé exercice 5:

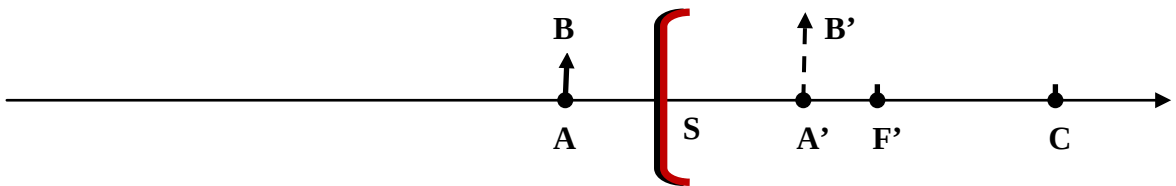
a) Le rayon SC de ce miroir est : $\overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2} \Rightarrow \overline{SC} = 2.\overline{SF'} = -4\text{cm}$

b) **Origine au sommet S :** Ces deux points A et A' conjugués, sont liés par la relation de conjugaison en fixant l'origine au sommet S de ce miroir sphérique :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow \overline{SA'} = \frac{\overline{SC}.\overline{SA}}{2.\overline{SA} - \overline{SC}} = 2\text{cm}, \text{ avec } \overline{SC} = -4,00\text{cm}, \overline{SA} = -1,00\text{cm}$$

Le grandissement transversal (linéaire γ_t) est : $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -\frac{2}{-1} = +2$

L'image A'B' de la dent AB, formée par ce miroir sphérique, est une image virtuelle, droite (γ_t est positif) deux fois plus grande que l'objet AB $\gamma_t = +2$



c)

d) Pour que cette image A'B' soit virtuelle, droite et 4 fois plus grande que la dent AB il faut place ce miroir à une distance SA tel que :

$$\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = +4 \Rightarrow \overline{SA'} = +4.\overline{SA}$$

Et la relation de conjugaison liant la dent AB à son image A'B' s'exprime comme suit :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow -\frac{1}{4.\overline{SA}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow \frac{3}{4.\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \quad \overline{SA} = \frac{3}{8}\overline{SC} = -\frac{3}{2}\text{cm} = -1,5\text{cm}$$

...../.....