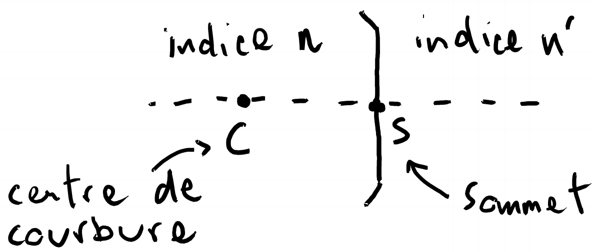
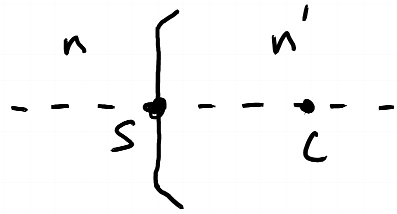
# Le dioptre sphérique

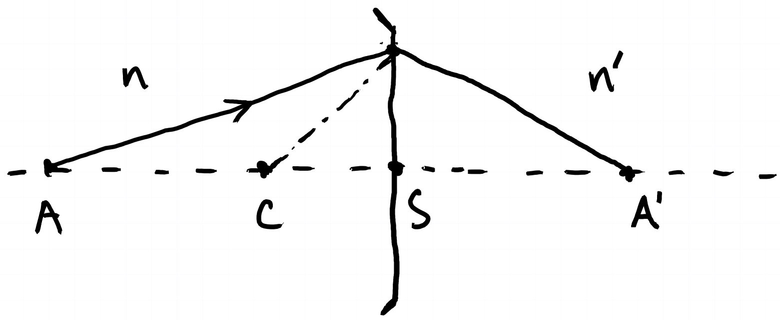



Concave




Convexe

## Relations de conjugaison




Origine au centre C : $$-\frac{n'}{\overline{CA}} + \frac{n}{\overline{CA'}} = \frac{n-n'}{\overline{CS}}$$

Origine au sommet S : $$-\frac{n}{\overline{SA}} + \frac{n'}{\overline{SA'}} = \frac{n'-n}{\overline{SC}}$$

## Foyers objet et image

Distance focale objet $f$ : $$f = \overline{SF} = -\frac{n}{n'-n}\,\overline{SC}$$

$(\overline{SA'} \to +\infty)$

Distance focale image $f'$ : $$f' = \overline{SF'} = \frac{n'}{n'-n}\,\overline{SC}$$

$(\overline{SA} \to +\infty)$

Donc $$\frac{f}{n} = -\frac{f'}{n'}$$ et $$\frac{f}{\overline{SA}} + \frac{f'}{\overline{SA'}} = 1$$

Relation de Newton : $\overline{FA} \cdot \overline{F'A'} = ff'$

## Grandissement transversal

Par rapport au sommet S : $g_y = \frac{n}{n'} \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$

Par rapport aux foyers F et F' : $g_y = -\frac{f}{\overline{FA}}$ et $g_y = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$

## Construction d'une image

(1) Le rayon passant par C est transmis sans aucune déviation.

(2) Le rayon incident parallèle à l'axe optique est réfracté en passant par le foyer image F'

(3) Le rayon incident passant par le foyer objet F est transmis dans le second milieu, parallèle à l'axe optique

L'utilisation du plan focal image permet de tracer la marche d'un rayon quelconque :

(4) On considère le rayon parallèle au rayon incident, mais passant par C ; ce rayon est transmis sans déviation et coupe le plan focal image en un point $F'_0$ (foyer secondaire). Le point $F'_0$ indique la direction du rayon transmis.

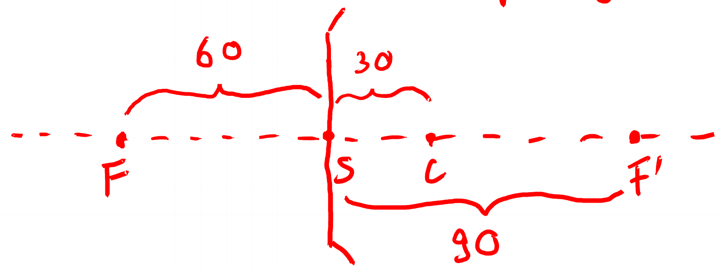
# Ex 1 : Relations de conjugaison

On considère un dioptre sphérique air/verre ($n_a = 1$ et $n_v = 1,5$). Son rayon de courbure vaut $\overline{SC} = 30$ mm.

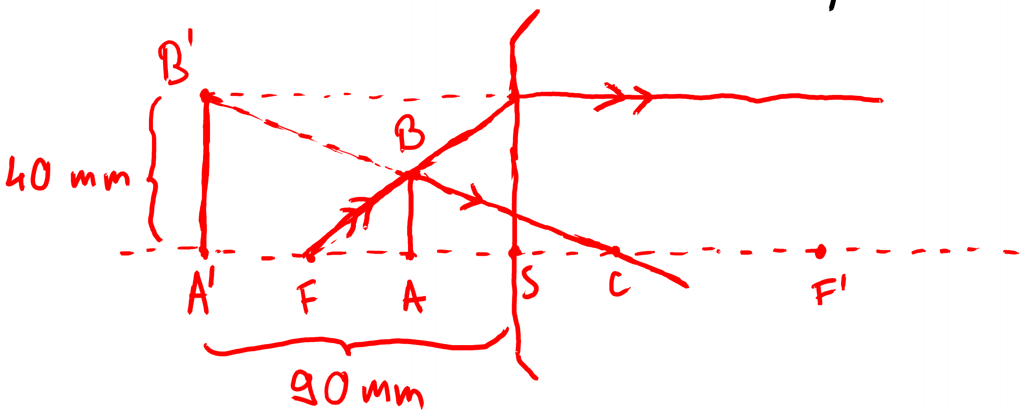
1) Représenter graphiquement le dioptre (échelle horiz : 1/1), en plaçant le sommet, le centre ainsi que les foyers objet et image.

Foyer objet : $f = \overline{SF} = -\frac{n_a}{n_v - n_a}\overline{SC} = -60$ mm

Foyer image : $f' = \overline{SF'} = \frac{n_v}{n_v - n_a}\overline{SC} = 90$ mm




2) Un objet AB de hauteur $\overline{AB} = 20$ mm est placé 30 mm devant le sommet. Construire graphiquement l'image A'B'.




L'image formée est virtuelle.

3) Déterminer par le calcul :

a) la position de l'image par rapport au sommet S ;

b) Le grandissement $g_y$ de l'image.

a) Relation de conjugaison : $\frac{f}{\overline{SA}} + \frac{f'}{\overline{SA'}} = 1$

Donc $\frac{f'}{\overline{SA'}} = 1 - \frac{f}{\overline{SA}} = \frac{\overline{SA} - f}{\overline{SA}} \Rightarrow \overline{SA'} = \frac{\overline{SA}\, f'}{\overline{SA} - f} = -90\ \text{mm}$

b) $g_y = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{n_a}{n_v} \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = +2$

4) Déterminer la position de l'objet de sorte que son image se forme 14 cm derrière le sommet.

L'image est-elle plus grande ou plus petite que l'objet ?

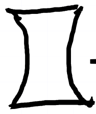
$\frac{f}{\overline{SA}} + \frac{f'}{\overline{SA'}} = 1 \Rightarrow \frac{f}{\overline{SA}} = 1 - \frac{f'}{\overline{SA'}} \Rightarrow \overline{SA} = \frac{\overline{SA'}\, f}{\overline{SA'} - f'}$

Donc $\overline{SA} = -16{,}8\ \text{cm}$

Grandissement transversal : $g_y = \frac{n_a}{n_v} \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -0{,}56$

L'image est presque deux fois plus petite que l'objet et inversée par rapport à celui-ci.

# Ex 2 : Lentille épaisse biconcave


→ lentille biconcave

Une lentille biconcave est composée de deux dioptres sphériques symétriques:

- face d'entrée : dioptre air/verre $\overline{S_1C_1} = -50$ mm
- face de sortie: dioptre verre/air $\overline{S_2C_2} = 50$ mm

L'épaisseur de la lentille est $\overline{S_1S_2} = e = 12,5$ mm et l'indice optique du verre est $n = 1,6$.

1) Calculer les distances focales $f_1, f_1', f_2, f_2'$.

$$f_1 = -\frac{1}{n-1}\overline{S_1C_1} = 83,3 \text{ mm}$$

$$f_1' = \frac{n}{n-1}\overline{S_1C_1} = -133,3 \text{ mm}$$

$$f_2 = -\frac{n}{1-n}\overline{S_2C_2} = 133,3 \text{ mm}$$

$$f_2' = \frac{1}{1-n}\overline{S_2C_2} = -83,3 \text{ mm}$$

2) Un objet est placé à 200 mm devant le foyer objet $F_1$ de la face d'entrée: $\overline{F_1A} = -200$ mm. Calculer la position et le grandissement de l'image A'B' en utilisant la relation de Newton.

- La relation de Newton appliquée au 1er dioptre:

$$\overline{F_1A}\cdot\overline{F'_1A_1} = f_1 f'_1 \Rightarrow \overline{F'_1A_1} = \frac{f_1 f'_1}{\overline{F_1A}} = 55,5\text{ mm}$$

Grandissement de l'image intermédiaire :

$$\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\frac{f_1}{\overline{F_1A}} = -\frac{\overline{F'_1A_1}}{f'} = 0,42$$

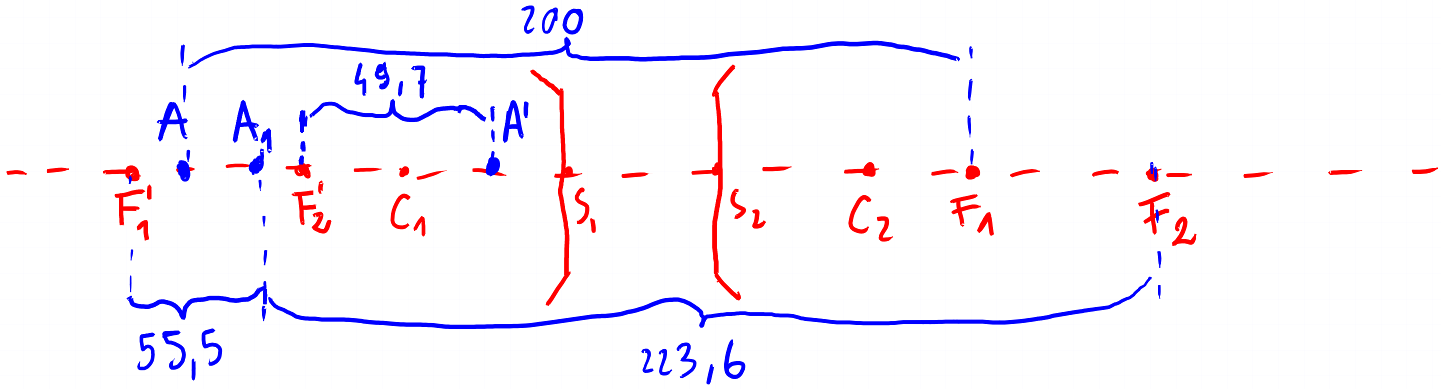
- La relation de Newton appliquée au 2ème dioptre:

$$\overline{F_2A_1}\cdot\overline{F'_2A'} = f_2 f'_2 \Rightarrow \overline{F'_2A'} = \frac{f_2 f'_2}{\overline{F_2A_1}}$$

avec $\overline{F_2A_1} = \overline{F_2S_2} + \overline{S_2S_1} + \overline{S_1F'_1} + \overline{F'_1A_1} =$

$$= -f_2 - e + f'_1 + \overline{F'_1A_1} = -223,6\text{ mm}$$

Donc $\overline{F'_2A'} = 49,7\text{ mm}$




Grandissement de A'B' par rapport à $A_1B_1$ : $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = -\frac{\overline{F'_2A'}}{f'_2} = 0,60$

Grandissement transversal de la lentille: $\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}}\cdot\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = 0,25$