SOLUTIONS

Ex 25 : Grandissement transversal

1. Le théorème de Thalès dans le triangle (CAB) donne : $\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}$ donc $\boxed{g_y = \dfrac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}}$

2. Grandissement avec origine aux foyers

2.1. Dans le triangle (ABF), $(SJ)//(AB)$, le théorème de Thalès permet d'écrire :

$$\frac{\overline{JS}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FA}}{\overline{SF}} \qquad \text{donc} \qquad \frac{-\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{FA}}{f} \qquad \boxed{g_y = -\frac{f}{\overline{FA}}}$$

On montre de la même façon dans le triangle $(A'B'F')$: $\boxed{g_y = -\dfrac{\overline{F'A'}}{f'}}$

2.2. Le quotient des deux expressions précédentes donne :

$$\frac{g_y}{g_y} = \frac{\overline{F'A'}}{f'} \times \frac{\overline{FA}}{f} = \frac{\overline{F'A'}.\overline{FA}}{f.f'} \quad \text{d'où le résultat :} \quad \boxed{\overline{FA}.\overline{F'A'} = f.f'}$$

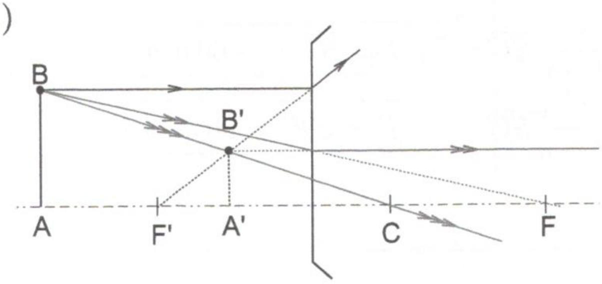
3. Grandissement transversal avec origine au sommet

$$\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = \frac{\overline{SF'} + \overline{F'A'}}{\overline{SF} + \overline{FA}} = \frac{f' + \overline{F'A'}}{f + \overline{FA}} = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = \frac{f'}{f}.\frac{1 + \dfrac{\overline{F'A'}}{f'}}{1 + \dfrac{f}{\overline{FA}}} = \frac{f'}{f}\frac{1 - g_y}{1 - \dfrac{1}{g_y}} = -\frac{f'}{f}.g_y$$

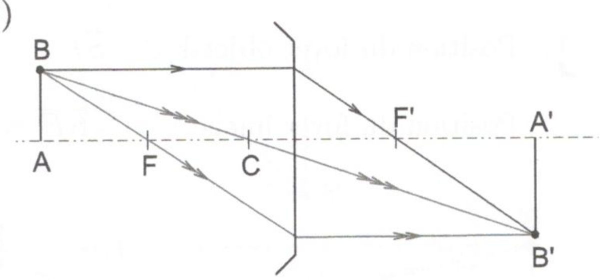
On en déduit l'expression du grandissement transversal : $\boxed{g_y = \dfrac{n}{n'}\dfrac{\overline{S'A'}}{\overline{SA}}}$

Ex 26 : Construction graphique - objet réel

1)

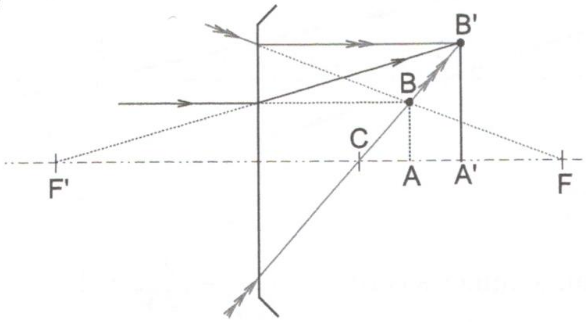


2)

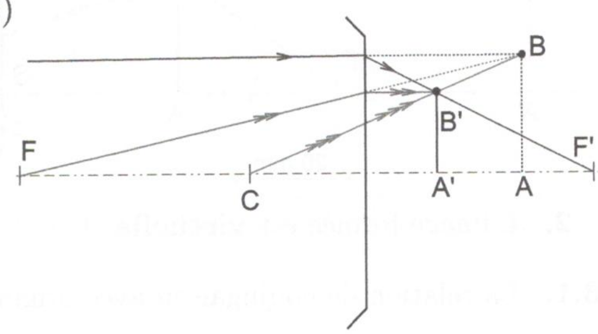


Ex 27 : Construction graphique - objet virtuel

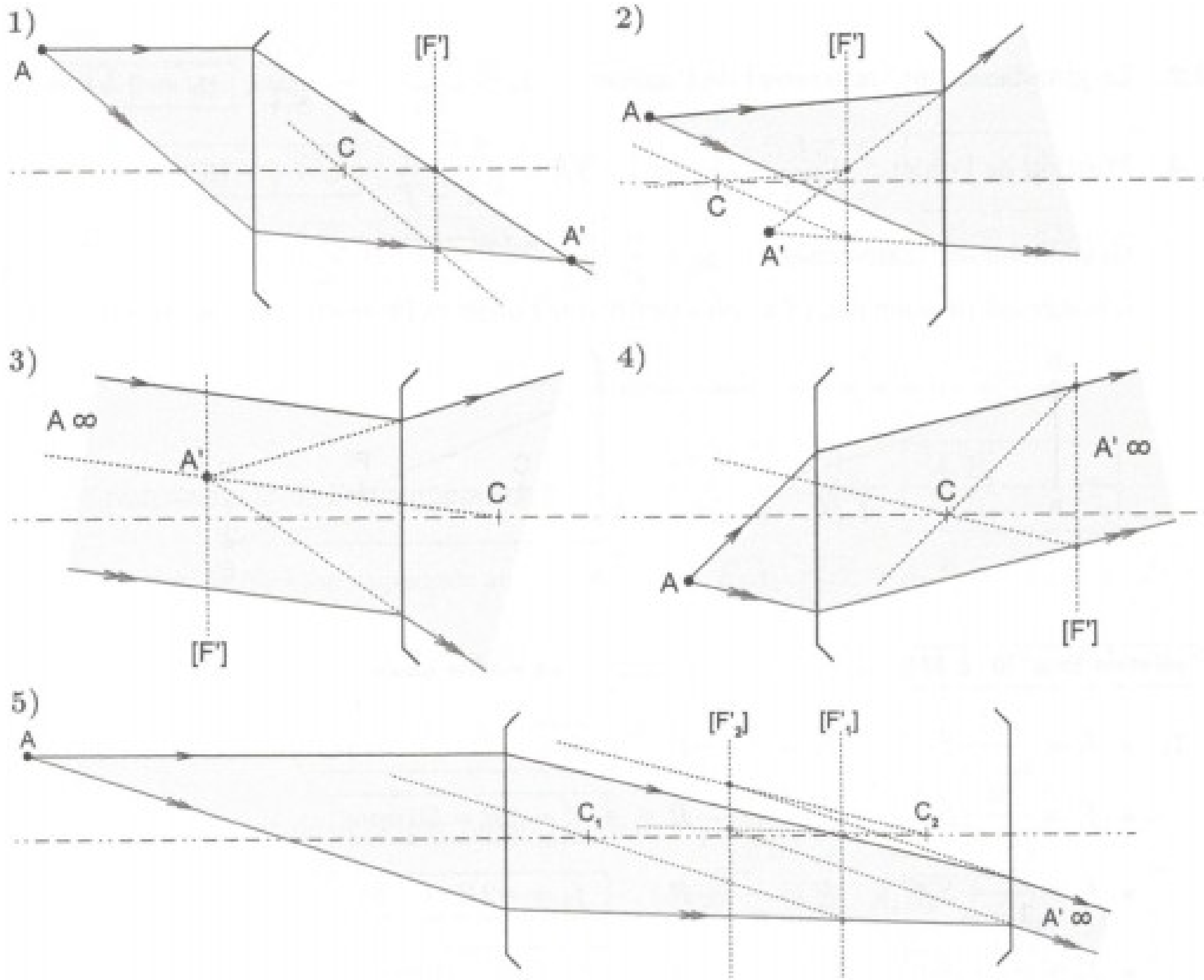
1)



2)



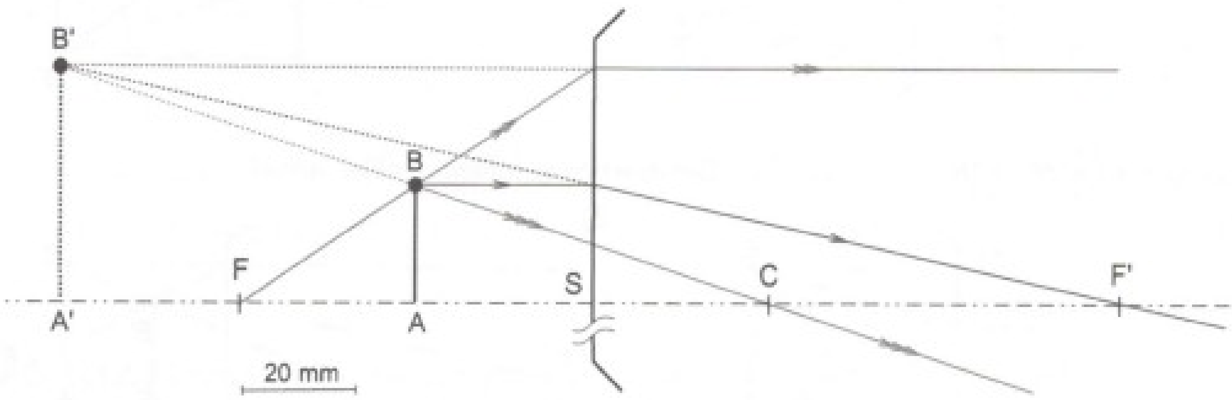
Ex 28 : Construction graphique d'un faisceau lumineux



Ex 29 : Relations de conjugaison

1. Position du foyer objet F : $\overline{SF} = -\dfrac{n}{n'-n}\overline{SC}$ $\boxed{f = \overline{SF} = -60\,mm}$

   Position du foyer image F' : $\overline{SF'} = \dfrac{n'}{n'-n}\overline{SC}$ $\boxed{f' = \overline{SF'} = 90\,mm}$



2. L'image formée est **virtuelle**

3.1. La relation de conjugaison avec origine au sommet s'écrit : $\dfrac{f}{\overline{SA}} + \dfrac{f'}{\overline{SA'}} = 1$

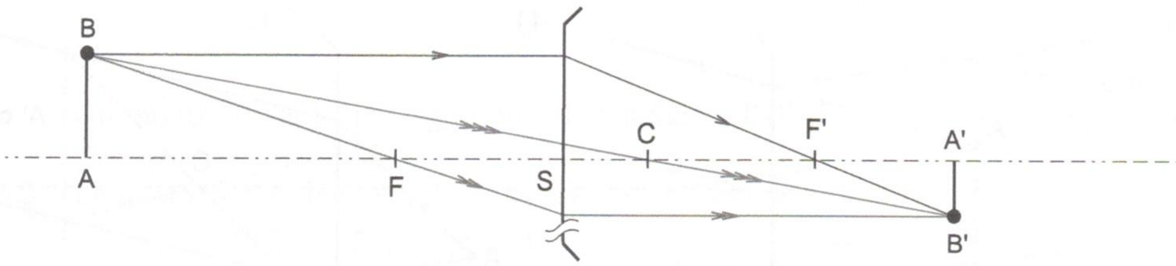
$$\frac{f'}{\overline{SA'}} = 1 - \frac{f}{\overline{SA}} = \frac{\overline{SA} - f}{\overline{SA}} \quad \text{et finalement} \quad \overline{SA'} = \frac{\overline{SA}.f'}{\overline{SA} - f} \qquad \boxed{\overline{SA'} = -90\,mm}$$

3.2. Le grandissement transversal de l'image : $g_y = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{n}{n'}.\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$ $\boxed{g_y = +2,0}$

4. Position de l'objet : $\dfrac{f}{\overline{SA}} + \dfrac{f'}{\overline{SA'}} = 1 \quad \overline{SA} = \dfrac{\overline{SA'}.f}{\overline{SA'} - f'}$ $\boxed{\overline{SA} = -16,8\,cm}$

Grandissement transversal : $g_y = \dfrac{n}{n'}.\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$ $\boxed{g_y = -0,56}$

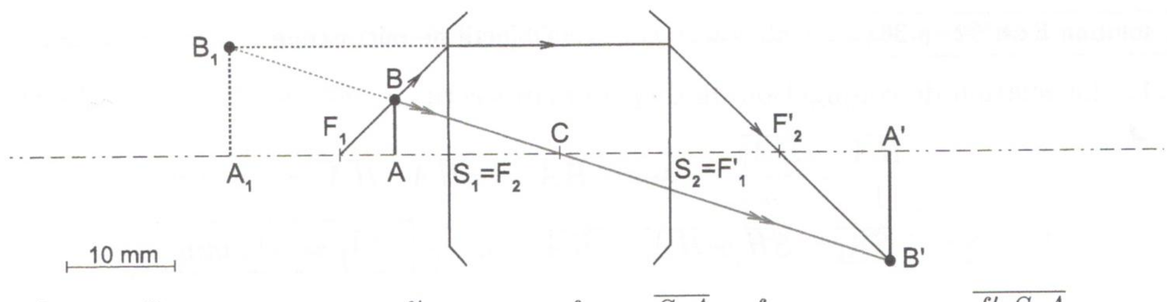
L'image est presque deux fois plus petite que l'objet et inversée par rapport à celui-ci.



Ex 30 : La lentille boule

1.
- $f_1 = \dfrac{-1}{n-1}\overline{S_1C} \qquad f_1 = \dfrac{-1}{n-1}R \qquad \boxed{f_1 = -R = -10\,mm}$
- $f_1' = \dfrac{n}{n-1}\overline{S_1C} \qquad f_1' = \dfrac{n}{n-1}R \qquad \boxed{f_1' = 2R = 20\,mm}$
- $f_2 = \dfrac{-n}{1-n}\overline{S_2C} \qquad f_2 = \dfrac{-n}{n-1}R \qquad \boxed{f_2 = -2R = -20\,mm}$
- $f_2' = \dfrac{1}{1-n}\overline{S_2C} \qquad f_2' = \dfrac{1}{n-1}R \qquad \boxed{f_2' = R = 10\,mm}$

2.1.



2.2. $\dfrac{f_1}{\overline{S_1A}} + \dfrac{f_1'}{\overline{S_1A_1}} = 1$ donc $\dfrac{f_1'}{\overline{S_1A_1}} = 1 - \dfrac{f_1}{\overline{S_1A}} = \dfrac{\overline{S_1A} - f_1}{\overline{S_1A}} \qquad \overline{S_1A_1} = \dfrac{f_1'.\overline{S_1A}}{\overline{S_1A} - f_1}$

$$\overline{S_1A} = \overline{S_1C} + \overline{CA} = -5,0\,mm \qquad \boxed{\overline{S_1A_1} = -20\,mm}$$

2.3. Grandissement transversal : $g_{y1} = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \dfrac{1}{n}\dfrac{\overline{S_1A_1}}{\overline{S_1A}}$ $\boxed{g_{y1} = 2,0}$

3.2. Position de l'image finale :

$$\overline{S_2A'} = \frac{f_2'.\overline{S_2A_1}}{\overline{S_2A_1} - f_2} \quad \text{avec} \quad \overline{S_2A_1} = \overline{S_2S_1} + \overline{S_1A_1} = -40\,mm \qquad \boxed{\overline{S_2A'} = +20\,mm}$$

3.3. Grandissement lié au second dioptre : $g_{y\,2} = n\dfrac{\overline{S_2A'}}{\overline{S_2A_1}}$ $\qquad g_{y\,2} = -1$

Grandissement global de la lentille boule : $g_y = g_{y\,1} \times g_{y\,2}$ $\qquad \boxed{g_y = -2,0}$

Ex 31 : Lentille épaisse biconcave

1.

- $f_1 = -\dfrac{1}{n-1}\overline{S_1C_1}$ $\quad \boxed{f_1 = 83,3\,mm}$ $\qquad f'_1 = \dfrac{n}{n-1}\overline{S_1C_1}$ $\quad \boxed{f'_1 = -133,3\,mm}$
- $f_2 = -\dfrac{n}{1-n}\overline{S_2C_2}$ $\quad \boxed{f_2 = 133,3\,mm}$ $\qquad f'_2 = \dfrac{1}{1-n}\overline{S_2C_2}$ $\quad \boxed{f'_2 = -83,3\,mm}$

2. La relation de Newton appliquée au 1$^{\text{er}}$ dioptre donne :

$$\overline{F_1A} \cdot \overline{F'_1A_1} = f_1.f'_1 \quad \text{donc} \quad \overline{F'_1A_1} = \frac{f_1.f'_1}{\overline{F_1A}} \qquad \boxed{\overline{F'_1A_1} = 55,5\,mm}$$

Grandissement de l'image intermédiaire : $\dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = -\dfrac{f_1}{\overline{F_1A}}$ $\qquad \boxed{\dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = 0,42}$

Relation de Newton appliquée au 2$^{\text{ème}}$ dioptre : $\overline{F_2A_1} \cdot \overline{F'_2A'} = f_2.f'_2$ $\qquad \overline{F'_2A'} = \dfrac{f_2.f'_2}{\overline{F_2A_1}}$

$$\text{avec} \quad \overline{F_2A_1} = \overline{F_2S_2} + \overline{S_2S_1} + \overline{S_1F'_1} + \overline{F'_1A_1} = -f_2 - e + f'_1 + \overline{F'_1A_1} = -223,6\,mm$$

$$\boxed{\overline{F'_2A'} = 49,6\,mm}$$

Grandissement de $A'B'$ par rapport à A_1B_1 : $\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = -\dfrac{\overline{F'_2A'}}{f'_2}$ $\qquad \boxed{\dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = 0,59}$

Grandissement transversal de la lentille : $\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}.\dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$ $\qquad \boxed{\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = 0,25}$

Ex 32 : Objectif de microscope

1.1. La relation de conjugaison du dioptre plan s'écrit :

$$\frac{\overline{HA}}{1} = \frac{\overline{HA_1}}{n} \qquad \text{soit} \quad \overline{HA_1} = n\overline{HA} \quad \overline{HA_1} = -6,0\,mm$$

$$\overline{SA_1} = \overline{SH} + \overline{HA_1} = \overline{HA_1} - e \qquad \boxed{\overline{SA_1} = -11\,mm}$$

1.2. La relation de conjugaison du dioptre sphérique s'écrit : $\dfrac{f}{\overline{SA_1}} + \dfrac{f'}{\overline{SA'}} = 1$

$$\text{donc} \quad \overline{SA'} = \frac{f'.\overline{SA_1}}{\overline{SA_1} - f} \quad \text{avec } f' = -\frac{f}{n} = 5,33\,mm \qquad \boxed{\overline{SA'} = 19,5\,mm}$$

Le dioptre plan ne modifie pas la taille de l'image ($\overline{A_1B_1} = \overline{AB}$), le grandissement transversal de la lentille est donc simplement égal à celui du dioptre sphérique :

$$g_y = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = n\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA_1}} \qquad \boxed{g_y = -2,66}$$

2. Utilisation d'un objectif à immersion

L'indice optique de l'huile est égal à celui du verre de la lentille, le dioptre plan ne joue plus aucun rôle. La chaîne d'image se simplifie : $AB \xrightarrow{\text{dioptre sphérique}} A'B'$

$$\overline{SA'} = \frac{f'.\overline{SA}}{\overline{SA} - f} \quad \text{avec} \quad \overline{SA} = \overline{HA} - e = -9,0\,mm \qquad \boxed{\overline{SA'} = 48,0\,mm}$$

Nouvelle valeur du grandissement transversal : $g_y = n.\dfrac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}$ $\boxed{g_y = -8,0}$