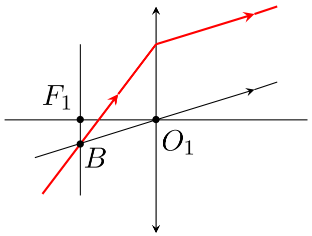
Corrigé du DM n°14

I. Étude d'une lentille mince

1. On peut considérer que le rayon émergent fait partie d'un faisceau de rayons parallèles, qui sont donc nécessairement issu d'un foyer objet secondaire B (point du plan focal objet). On obtient facilement B grâce au rayon qui passe par le centre optique O_1 de la lentille (rayon non dévié).



2. Si la relation de conjugaison de Descartes est satisfaite, alors :

$$\frac{1}{\overline{O_1A'}} = \frac{1}{\overline{O_1A}} + \frac{1}{f_1'}$$

Il s'agit donc de montrer que que $1/\overline{O_1A'} = f(1/\overline{O_1A})$ est une fonction affine de pente 1. Son ordonnée à l'origine, égale à $1/f_1'$ permettra d'en déduire f_1'. On peut le montrer par une régression linéaire. On obtient un coefficient de corrélation $r = 0{,}999951$ ce qui confirme l'hypothèse de la droite, avec une pente égale à $0{,}9991 \approx 1$. La distance focale image est alors :

$$\boxed{f_1' = \ 20{,}0 \text{ cm}}$$

3. À l'aide de la relation de conjugaison, on obtient :

$$\boxed{\frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1'} = \frac{f_1' - d}{d\, f_1'} \implies \overline{O_1A} = \frac{f_1' d}{f_1' - d} = -\ 27{,}3 \text{ cm}}$$

Le grandissement est alors :

$$\boxed{\gamma = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = -\ 2{,}75}$$

L'image est donc agrandie et renversée.

4. a) A' sert maintenant d'objet pour L_2 qui en donne une image A'' avec un grandissement égal à $+2$. On a donc :

$$\frac{1}{\overline{O_2A''}} - \frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{f_2'} \quad \text{avec} \quad \frac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2A'}} = 2 \implies \overline{O_2A''} = 2\,\overline{O_2A'}$$

On en déduit :

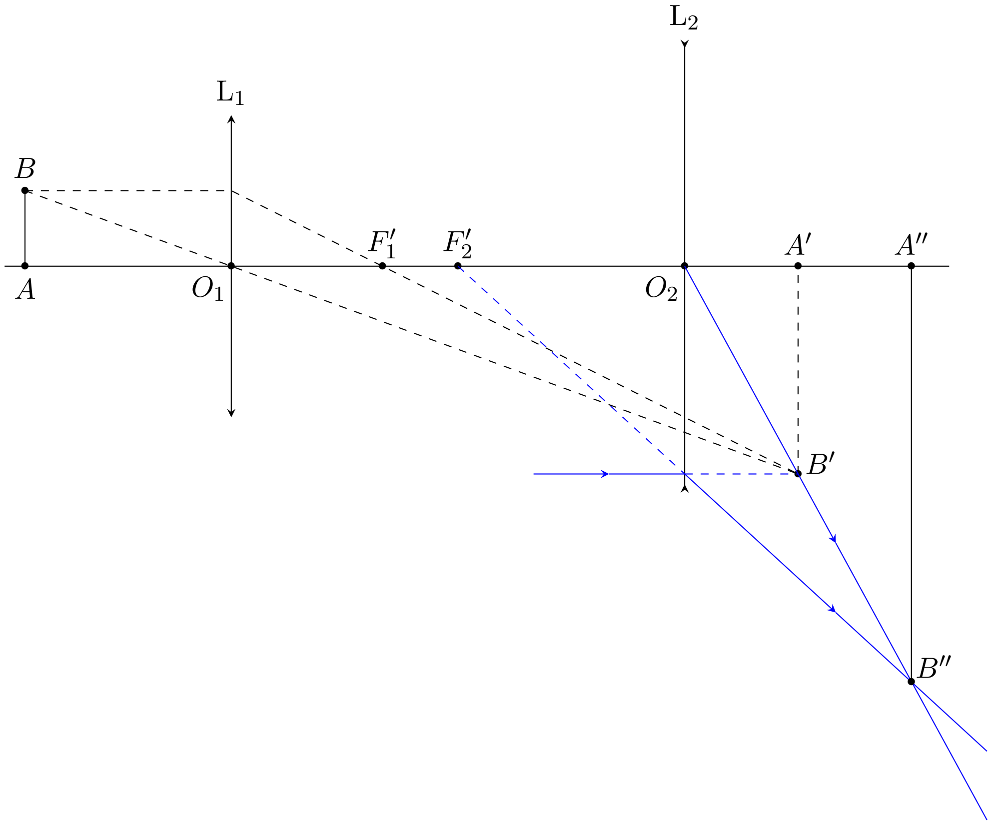
$$\overline{O_2A'} = -\frac{f_2'}{2} = 15 \text{ cm} \quad \text{et} \quad \overline{O_2A''} = -f_2' = 30 \text{ cm}$$

On a toujours $\overline{O_1A'} = 75$ cm puisque la position de l'objet A par rapport à L_1 n'a pas varié. Il vient donc :

$$\boxed{\overline{O_1O_2} = \overline{O_1A'} + \overline{A'O_2} = 60 \text{ cm}}$$

On a alors : $\overline{O_1A''} = 90$ cm. *Il a donc fallu reculer l'écran de D = 15 cm pour y projeter une image nette.*

b) On peut proposer le tracé ci-dessous : les rayons en bleu sont des rayons de construction de l'image $A''B''$ associée à l'objet virtuel $A'B'$.



II. Lunette

1. Un œil normal (emmétrope) voit les objets nettement sans accommoder lorsque ceux-ci sont situés à l'infini : il est donc nécessaire que l'image à travers la lunette soit située à l'infini. On a donc le schéma de principe :

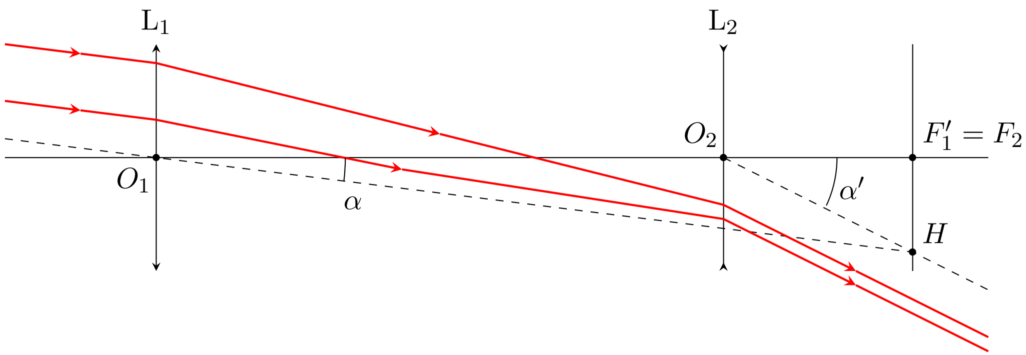
$$\boxed{A_\infty \longmapsto F'_1 = F_2 \longmapsto A'_\infty}$$

Il faut donc que le foyer image F'_1 de la première lentille soit confondu avec le foyer objet F_2 de la seconde lentille.

On a alors :

$$\boxed{e = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F_2O_2} = f'_1 + f'_2 \overset{AN}{=} 15 \text{ cm}}$$

2. Schéma :



3. Dans les triangles $O_1F'_1H$ et O_2F_2H, on peut écrire :

$$\tan\alpha = \frac{F'_1H}{f'_1} \approx \alpha \quad \text{et} \quad \tan\alpha' = \frac{F_2H}{|f'_2|} \approx \alpha'$$

et donc :

$$\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f'_1}{|f'_2|}}$$

4. Application numérique : $G = 4$. L'image $A'B'$ n'est pas renversée par rapport à l'objet.

III. Déplacement d'équilibre

$$2\ \mathrm{HgO}_{(s)} = 2\ \mathrm{Hg}_{(g)} + \mathrm{O}_{2(g)} \qquad \Delta_r H^0 = -\,114\ \mathrm{kJ.mol^{-1}}$$

1. Dans le cas général il y a une phase solide (qui ne renferme qu'un seul constituant) et une phase gazeuse avec deux constituants. De plus, comme $\Delta_r \nu_{\mathrm{gaz}} = +3 \neq 0$, la pression est facteur d'équilibre.

   Les facteurs d'équilibres sont donc : $x(\mathrm{HgO})$, $x(\mathrm{Hg})$, $x(\mathrm{O_2})$, T et P, d'où $N = 5$.

   Dans le cas général (proportions initiales quelconques) il y a trois relations :

   - $x(\mathrm{HgO}) = 1$ (HgO seul dans sa phase solide).
   - $x(\mathrm{Hg}) + x(\mathrm{O_2}) = 1$ pour la phase gazeuse.
   - L.A.M.

   et donc $R = 3$. La variance est donc $\boxed{v = 5 - 3 = 2}$.

   Dans le cas particulier où l'état initial est constitué de $\mathrm{HgO}_{(s)}$ seul, on a à l'équilibre $x(\mathrm{Hg}) = 2x(\mathrm{O_2})$ et donc il y a une relation supplémentaire, d'où $\boxed{v = 1}$. Le système étant maintenant monovariant, il ne peut pas y avoir de déplacement d'équilibre.

2. *Selon la loi de Van't Hoff, toute augmentation de température entraîne le déplacement de l'équilibre chimique dans le sens* $\xrightarrow{1}$ *si* $\Delta_r H^0 > 0$ *et dans le sens* $\underset{2}{\longleftarrow}$ *si* $\Delta_r H^0 < 0$, cette deuxième possibilité étant celle qui a lieu ici.

   D'après la loi de modération de Le Châtelier, toute augmentation isotherme de pression entraîne un déplacement de l'équilibre dans le sens de la diminution du nombre de moles de gaz.

   À l'inverse une diminution de pression déplacera donc l'équilibre dans le sens d'une augmentation du nombre de moles de gaz et dans dans le sens direct $\xrightarrow{1}$.

3. Dans l'état d'équilibre atteint, le quotient réactionnel vaut $Q_{1,\acute{e}q} = K^0$, avec :

$$Q_{1,\acute{e}q} = \frac{a_{\acute{e}q}^2(\mathrm{Hg})\, a_{\acute{e}q}(\mathrm{O_2})}{a_{\acute{e}q}^2(\mathrm{HgO})} = n^2(\mathrm{Hg})\, n(\mathrm{O_2}) \left(\frac{RT}{P^0 V}\right)^2$$

   On en déduit que :

   a) Le dioxyde de mercure **n'a aucune influence** sur l'équilibre puisqu'il n'intervient pas dans la L.A.M. (l'activité du solide valant 1).

   b) L'introduction de n_2 moles de di-oxygène provoque un accroissement du quotient réactionnel et place le système dans un état 2 tel que $Q_2 > Q_{1,\acute{e}q} = K^0$. Le système revient donc à un nouvel état d'équilibre par déplacement dans le sens $\underset{2}{\longleftarrow}$.