Correction

Préparons le DS 1

I - Étude d'un circuit résistif

1 Les résistances R_3 et R_4 sont montées en parallèle, et équivalent à R_{34} telle que

$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{2}{R} \qquad \text{soit} \qquad R_{34} = \frac{R}{2}\,.$$

Cette résistance R_{34} est montée en série de R_5, ce qui équivaut à

$$R_{345} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}\,.$$

La résistance R_{345} est montée en parallèle de R_2, ce qui équivaut à

$$\frac{1}{R_{2345}} = \frac{2}{3R} + \frac{1}{R} \qquad \text{soit} \qquad R_{2345} = \frac{3}{5}R\,.$$

Enfin, cette résistance est montée en série de R_1, d'où

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_{2345} \qquad \text{soit} \qquad \boxed{R_{\text{éq}} = \frac{8}{5}R\,.}$$

Le circuit équivalent est alors une simple résistance $R_{\text{éq}}$ soumise à la tension E imposée par le générateur, d'où

$$\boxed{I = \frac{E}{R_{\text{éq}}} = \frac{5}{8}\frac{E}{R}\,.}$$

2 D'après la loi des mailles appliquée à la grande maille contenant R_1 et R_2,

$$E = R_1 I + U_2 \qquad \text{soit} \qquad U_2 = E - RI = E - \frac{5}{8}E \qquad \text{d'où} \qquad \boxed{U_2 = \frac{3}{8}E\,.}$$

> *Autres méthodes possibles : identifier un pont diviseur entre de tension entre R_1 et R_{345}, ou encore identifier un pont diviseur de courant entre R_2 et R_{345} puis appliquer la loi d'Ohm.*

L'association série de R_{34} et R_5 forme un pont diviseur de tension soumis à la tension U_2, d'où

$$\frac{U_5}{U_2} = \frac{R_5}{R_5 + R_{34}} = \frac{R}{R + \frac{1}{2}R} = \frac{2}{3}$$

et ainsi

$$U_5 = \frac{2}{3}U_2 = \frac{2}{3} \times \frac{3}{8}E \qquad \text{d'où} \qquad \boxed{U_5 = \frac{1}{4}E\,.}$$

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr

II - Phosphore et azote

3 L'azote se trouve dans la deuxième ligne et la cinquième colonne du tableau périodique (hors bloc *d*). Sa configuration électronique est donc

$$\boxed{1s^2\,2s^2\,2p^3}$$

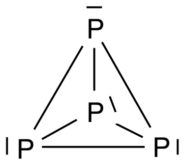
Le phosphore se trouvant juste en dessous, sa configuration électronique doit se terminer par « $3p^3$ », et s'écrit

$$\boxed{1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^3}$$

Ils comptent tous les deux **cinq électrons de valence**.

4 Le diazote est le constituant majoritaire de l'**air**. La molécule compte cinq doublets, ce qui permet de proposer le schéma de Lewis suivant :

5 La molécule P_4 doit faire apparaître $(4 \times 5)/2 = 10$ doublets. Chaque atome de phosphore étant lié aux trois autres, le squelette de la molécule compte donc six doublets liants. Il reste alors à placer quatre doublets non-liants, un par atome, ce qui leur permet de vérifier la règle de l'octet sans faire apparaître de charge formelle :



6 Les deux molécules sont apolaires, les seules interactions intermoléculaires sont dons des interactions de van der Waals entre dipôles induits. Or la molécule de tétraphosphore est nettement plus volumineuse que celle de diazote, et donc **nettement plus polarisable**. Ces interactions sont donc **plus fortes dans P_4 que dans N_2**, ce qui explique que P_4 est solide alors que N_2 est gazeux à température et pression ambiante.

7 *Schéma de Lewis de l'ion nitrate NO_3^- :*

- l'azote apporte 5 électrons de valence, chaque oxygène en apporte 6, et la charge 1 électron excédentaire, la molécule compte donc
$$\frac{5 + 3 \times 6 + 1}{2} = 12 \text{ doublets.}$$
- l'azote est l'atome central, on a donc

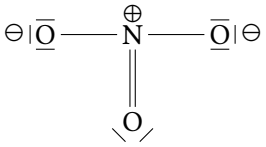
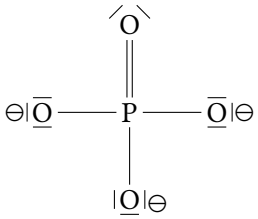


Schéma de Lewis de l'ion phosphate PO_4^{3-} :

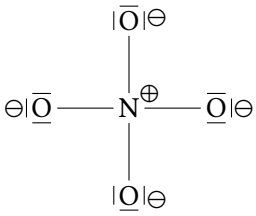
- le phosphore apporte 5 électrons de valence, chaque oxygène en apporte 6, et la charge 3 électrons excédentaire, la molécule compte donc
$$\frac{5 + 4 \times 6 + 3}{2} = 16 \text{ doublets.}$$
- le phosphore est l'atome central, on a donc



BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr

8 L'ion NO_4^{3-} **ne peut pas exister dans la même structure** que PO_4^{3-}, car l'azote appartient à la deuxième ligne du tableau périodique et ne peut pas être hypervalent. En revanche, un schéma de Lewis alternatif est envisageable :



> *Cependant, ce schéma de Lewis fait intervenir cinq charges formelles, ce qui est considérable, et cet ion n'existe pas en pratique.*

Au contraire, l'ion PO_3^- **pourrait en principe exister dans la même structure** que NO_3^- ... et même former une seconde liaison double pour diminuer le nombre total de charges formelles de la molécules.

> *Il n'existe pourtant pas non plus en pratique, car il est moins stable que l'ion phosphate et ses dérivés, et le phosphore se lie donc de manière préférentielle à quatre atomes d'oxygène plutôt que trois.*

III - Grandissement longitudinal

9 Voir figure 1

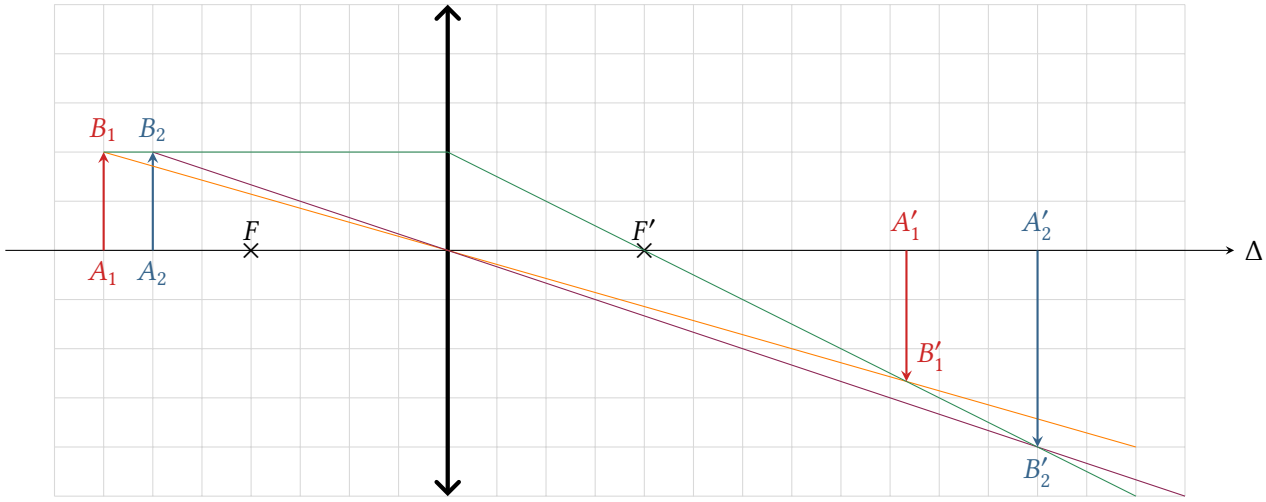


Figure 1 – Grandissement longitudinal d'une lentille.

10 Pour former une image $A'B'$ réelle d'un objet AB réel avec une lentille convergente, il faut avoir $\overline{FA} < 0$. D'après la relation de conjugaison de Newton,

$$\overline{FAF'A'} = -f'^2 \qquad \text{donc} \qquad \overline{F'A'} = -\frac{f'^2}{\overline{FA}} > 0\,.$$

En réécrivant cette relation pour les deux objets, on obtient

$$\overline{FA_1}\,\overline{F'A'_1} = \overline{FA_2}\,\overline{F'A'_2} \qquad \text{soit} \qquad \frac{\overline{FA_1}}{\overline{FA_2}} = \frac{\overline{F'A'_2}}{\overline{F'A'_1}}\,.$$

Si $\overline{A_1A_2} > 0$, l'objet est rapproché de la lentille donc $|\overline{FA_2}| < |\overline{FA_1}|$ et

$$\overline{F'A'_2} > \overline{F'A'_1} \qquad \text{soit} \qquad \cancel{\overline{F'A'_1}} + \overline{A'_1A'_2} > \cancel{\overline{F'A'_1}} \qquad \text{et} \qquad \overline{A'_1A'_2} > 0\,.$$

Ainsi, $\overline{A_1A_2}$ et $\overline{A'_1A'_2}$ sont donc de même signe et $\gamma_L > 0$. Qualitativement, l'objet et l'image se déplacent dans le même sens le long de l'axe optique. Un raisonnement analogue est possible pour $\overline{A_1A_2} < 0$.

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr

> *Le fait que $\overline{FA} < 0$ pour qu'un objet réel forme une image réelle est un résultat de cours à connaître, et il faut savoir retrouver que dans ce cas $\overline{F'A'} > 0$. Attention cependant à être précis dans le raisonnement : avoir une image réelle « tout court » n'impose pas de contrainte sur le signe de $\overline{F'A'}$, qui est négatif si on utilise un objet virtuel.*
>
> *Lorsque l'on cherche à comparer des rapports de distances algébriques négatives, il est généralement moins piégeux de raisonner en valeur absolue ... sinon gare au changement de sens des inégalités : ici,*
>
> $$|\overline{FA_1}| > |\overline{FA_2}| \qquad \textit{mais} \qquad \overline{FA_1} < \overline{FA_2} \qquad \textit{et} \qquad \frac{\overline{FA_1}}{\overline{FA_2}} > 1$$
>
> *car $\overline{FA_2} < 0$, ce qui impose de changer le sens de l'inégalité lors de la division.*

11 La focale n'intervenant pas dans le résultat à établir, l'idée est d'égaliser (ou de soustraire) les deux relations de conjugaison pour la faire disparaître. Ainsi,

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\overline{OA'_1}} - \frac{1}{\overline{OA_1}} &= \frac{1}{\overline{OA'_2}} - \frac{1}{\overline{OA_2}} \\
\frac{1}{\overline{OA'_1}} - \frac{1}{\overline{OA'_2}} &= \frac{1}{\overline{OA_1}} - \frac{1}{\overline{OA_2}} \\
\frac{\overline{OA'_2} - \overline{OA'_1}}{\overline{OA'_1}\,\overline{OA'_2}} &= \frac{\overline{OA_2} - \overline{OA_1}}{\overline{OA_1}\,\overline{OA_2}} \\
\frac{\overline{A'_1A'_2}}{\overline{OA'_1}\,\overline{OA'_2}} &= \frac{\overline{A_1A_2}}{\overline{OA_1}\,\overline{OA_2}} \\
\frac{\overline{A'_1A'_2}}{\overline{A_1A_2}} &= \frac{\overline{OA'_1}}{\overline{OA_1}} \times \frac{\overline{OA'_2}}{\overline{OA_2}}
\end{aligned}$$

ce qui permet de reconnaître les grandissements,

$$\boxed{\gamma_{\mathrm{L}} = \gamma_{\mathrm{T1}}\,\gamma_{\mathrm{T2}}\,.}$$

12 Sur la figure, on peut lire (en carreaux)

$$\begin{cases} \gamma_{\mathrm{T1}} = \dfrac{-2 - 2/3}{2} = \dfrac{-8/3}{2} = -\dfrac{4}{3} \\ \gamma_{\mathrm{T2}} = \dfrac{-4}{2} = -2 \end{cases} \qquad \text{et} \qquad \gamma_{\mathrm{L}} = \frac{2/3 + 2}{1} = \frac{8/3}{1} = \frac{8}{3}\,,$$

ce qui est **parfaitement cohérent** avec l'expression précédente.

BY-NC-SA

© Étienne Thibierge, www.etienne-thibierge.fr