DEVOIR SURVEILLÉ DE PHYSIQUE N°2 - CORRECTION

À REVOIR EN GÉNÉRAL

- Deux résistances peuvent être ni en série, ni en dérivation.
- La notion de puissance algébrique est très floue. Une puissance algébrique est positive ou négative. En fonction de la convention choisie pour le dipôle, le produit $U \times I$ représente la puissance reçue ou fournie. Selon le signe de ce produit, on détermine si la puissance est effectivement reçue ou fournie par le dipôle.
- La condition pour le microscope est que l'image intermédiaire doit se trouver dans le plan focal objet de l'oculaire. La condition est différente de celle de la lunette pour laquelle les points $F'_{objectif} = F_{oculaire}$.
- Tracés de rayons mal maîtrisés.

I. Des résistances (23 points)

1. (2 points) On reconnait un pont diviseur de tension, d'où : $U_2 = \dfrac{3R}{3R+R}U_1$, soit $\boxed{U_2 = \dfrac{3}{4}U_1}$.

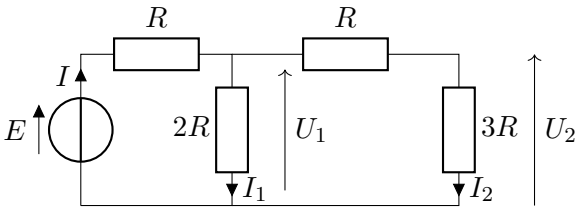


Fig. 1 Schéma 1.

2. (6 points) Commençons par associer les résistances R et $3R$ en série et dont la résistance équivalente s'écrit $R_1 = R+3R = 4R$. Le circuit équivalent est alors représenté ci-contre.

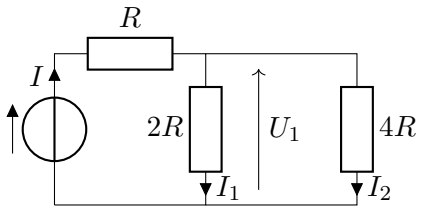


Fig. 2 Schéma 2.

On peut alors associer les résistances $4R$ et $2R$ en parallèle pour donner une résistance équivalente R_1 telle que

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{3}{4R}, \qquad \text{donc} \qquad R_1 = \frac{4R}{3}.$$

Le circuit équivalent est réprésenté ci-contre.

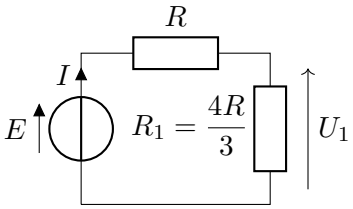


Fig. 3 Schéma 3.

On y reconnait alors un pont diviseur de tension d'où $U_1 = \dfrac{\dfrac{4R}{3}}{R+\dfrac{4R}{3}}E$, soit

$\boxed{U_1 = \dfrac{4}{7}E}$.

3. (1 point) Ainsi, en combinant les deux réponses précédentes : $\boxed{U_2 = \dfrac{3}{7}E}$.

4. (4 points) Sur le schéma équivalent donné en Fig. 2, on reconnait un pont diviseur de courant :

$$I_1 = \frac{4R}{2R+4R}I, \quad \text{soit} \quad \boxed{I_1 = \frac{2}{3}I} \qquad \text{et} \qquad I_2 = \frac{2R}{2R+4R}I, \quad \text{soit} \quad \boxed{I_2 = \frac{I}{3}}.$$

5. (4 points) I se détermine à l'aide du dernier circuit, en notant que les deux résistances étant en série, elles sont équivalentes à une seule $R_{\text{tot}} = R + \dfrac{4R}{3} = \dfrac{7R}{3}$.

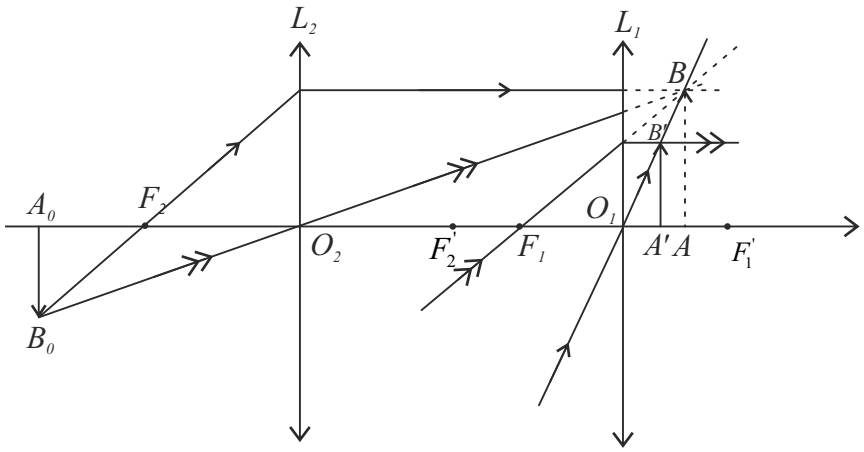
Soit $I = \dfrac{\dfrac{E}{7R}}{3}$, soit $I = \dfrac{3E}{7R}$, et on en déduit $\boxed{I_1 = \dfrac{2E}{7R}}$ et $\boxed{I_2 = \dfrac{E}{7R}}$.

6. (3 points) Le générateur est en convention générateur, on définit donc la puissance algébriquement reçue par $P_G = E \times I$, soit $\boxed{P_G = \dfrac{3E^2}{7R} > 0}$.
   Le générateur fournit donc réellement de la puissance électrique au reste du circuit électrique.
7. (3 points) La résistance $3R$ est en convention récepteur, donc on définit la puissance algébriquement reçue par la résistance $3R$, traversée par I_2, par : $P_J = 3R \times I_2^2$.
   Soit $\boxed{P_J = \dfrac{3E^2}{49R} > 0}$
   La résistance reçoit réellement de la puissance électrique qu'elle dissipe sous forme de puissance thermique : c'est l'effet Joule.
   C'est l'effet recherché dans le fonctionnement de la bouilloire par exemple. Cet effet est délétère dans les câbles électriques de transport de l'énergie électrique, dans l'ensemble des composants électriques.

II. Instruments d'optique

II.1. Étude de la lentile convergente (L_1) (12 points)

8. (0.5 points) L'objet se trouvant derrière la lentille, il est virtuel.
9. (5 points) Le schéma présenté tient compte des questions 9 et 11 :



10. (0.5 points) L'image se trouvant derrière la lentille, elle est réelle.
11. (3 points) On place devant la lentille (L_1) une autre lentille convergente. Celle-ci donne d'un objet réel A_0B_0 une image AB et on vient intercaler la lentille (L_1) avant que l'image réelle ne se puisse former.
12. (3 points) D'après la relation de conjugaison de Descartes : $-\dfrac{1}{\overline{O_1A}} + \dfrac{1}{\overline{O_1A'}} = \dfrac{1}{f_1'}$ d'où $\boxed{\overline{O_1A'} = \dfrac{f_1'\overline{O_1A}}{\overline{O_1A} + f_1'} \overset{AN}{=} 6{,}00\,\text{cm}}$

II.2. Principe du microscope (25 points)

13. (2 points) D'après la formule du grandissement de Newton : $\gamma_1 = \dfrac{f_1'}{\overline{F_1A}} = \dfrac{f_1'}{\overline{F_1O_1} + \overline{O_1A}}$ d'où $\boxed{\gamma_1 = \dfrac{f_1'}{f_1' + \overline{O_1A}}}$
14. (2 points) L'image A_1B_1 est réelle si $\gamma_1 < 0$ soit d'après la relation précédente : $\overline{F_1O_1} + \overline{O_1A} < 0$ ou $\boxed{\overline{O_1A} < -f_1'}$
    L'image est agrandie si $|\gamma_1| > 1$ soit $\gamma_1 < -1$ ou $\dfrac{f_1'}{\overline{F_1O_1} + \overline{O_1A}} < -1$ d'où $f_1' > -f_1' - \overline{O_1A}$ ou $\boxed{\overline{O_1A} > -2f_1'}$

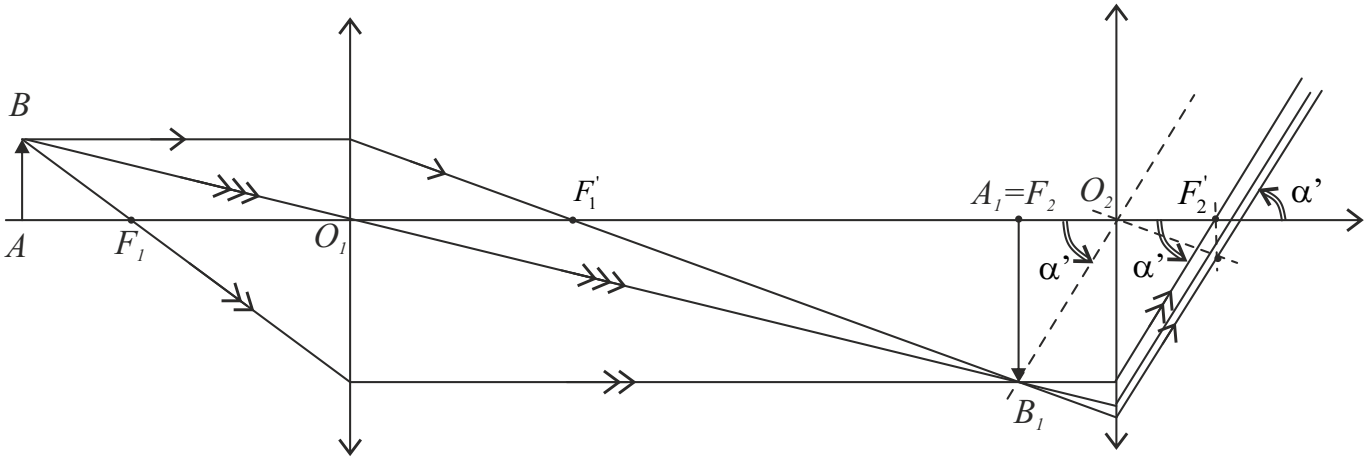
Ainsi l'image est réelle et agrandie si $\boxed{-2f_1' < \overline{O_1A} < -f_1'}$:

L'objet doit être placé devant la lentille, à une distance comprise entre f_1' et $2f_1'$.

15. (1 point) On ne peut observer facilement une image réelle à l'œil nu à moins d'accommoder au bon endroit ce qui n'est guère possible sans écran. On l'observe par contre aisément sur un écran.

16. (1 point) L'observation se fait sans fatigue d'accomodation si l'image finale $A'B'$ est rejetée à l'infini. Il faut donc positionner l'oculaire de sorte que l'image intermédiaire A_1B_1 soit dans le plan focal objet de l'oculaire ($A_1 = F_2$).

17. (6 points) Schéma des rayons lumineux :



18. (a) (4 points) D'après la relation de Chasles : $\overline{O_1O_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'F_2} + \overline{F_2O_2} = f_1' + \overline{F_1'A_1} + f_2'$.
Or d'après la formule de conjugaison de Newton appliquée à la lentille (L_1) : $\overline{F_1A}.\overline{F_1'A_1} = -f_1'^2$ d'où $\overline{F_1'A_1} = -\dfrac{f_1'^2}{\overline{F_1A}} = -\dfrac{f_1'^2}{\overline{F_1O} + \overline{O_1A}} = -\dfrac{f_1'^2}{f_1' + \overline{O_1A}}$.

On en déduit $\boxed{\overline{O_1O_2} = f_1' - \dfrac{f_1'^2}{f_1' + \overline{O_1A}} + f_2' \overset{AN}{=} 1{,}1\,\text{m}}$.

(b) (1 point) D'après la question 13, $\gamma_1 = \dfrac{f_1'}{f_1' + \overline{O_1A}}$ d'où $\gamma_1 = -10{,}0$.

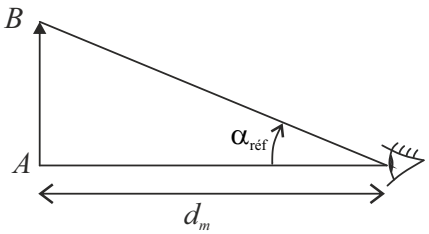
(c) (3 points) Dans le triangle $O_2A_1B_1$, on calcule $\tan(\alpha') = -\dfrac{\overline{A_1B_1}}{f_2'}$ (car $\alpha' > 0$ et $\overline{A_1B_1} < 0$)

or le microscope fonctionne dans les conditions de Gauss donc $\tan(\alpha') \approx \alpha'$ et $\overline{A_1B_1} = \gamma_1\overline{AB}$ d'où

d'où $\boxed{\alpha' = -\dfrac{\gamma_1\overline{AB}}{f_2'} \overset{AN}{=} 0{,}25\,\text{rad}}$.

Remarque : Il faudrait normalement remarquer que les conditions de Gauss ne sont pas respectées avec un tel angle α' et de ce fait utiliser la relation littérale non approximée : $\alpha' = -\arctan\left(\dfrac{\gamma_1\overline{AB}}{f_2'}\right)$. On calculerait alors $\alpha' = 0{,}24\,\text{rad}$.

(d) (5 points) À partir du schéma :



on peut écrire $\tan(\alpha_{ref}) = -\dfrac{\overline{AB}}{d_m}$ or comme l'objet est de petite dimension : $\tan(\alpha_{ref}) = \alpha_{ref}$ d'où $\boxed{\alpha_{ref} = -\dfrac{\overline{AB}}{d_m} \overset{AN}{=} -4{,}0 \times 10^{-3}\,\text{rad}}$.

On note que $\alpha' \gg |\alpha_{ref}|$.

Par définition, le grossissement est $\boxed{G = \dfrac{\alpha'}{\alpha_{ref}} \overset{AN}{=} -63}$.

II.3. Principe du téléobjectif (15 points)

19. (3 points) L'objet étant à l'infini, l'image intermédiaire A_1B_1 est située dans le plan focal image de la lentille (L_1). L'image finale $A'B'$ étant rejetée à l'infini, l'image intermédiaire A_1B_1 est aussi située dans le plan focal objet de la lentille (L_3). On en déduit que les foyers image F_1' et objet F_3 sont confondus :

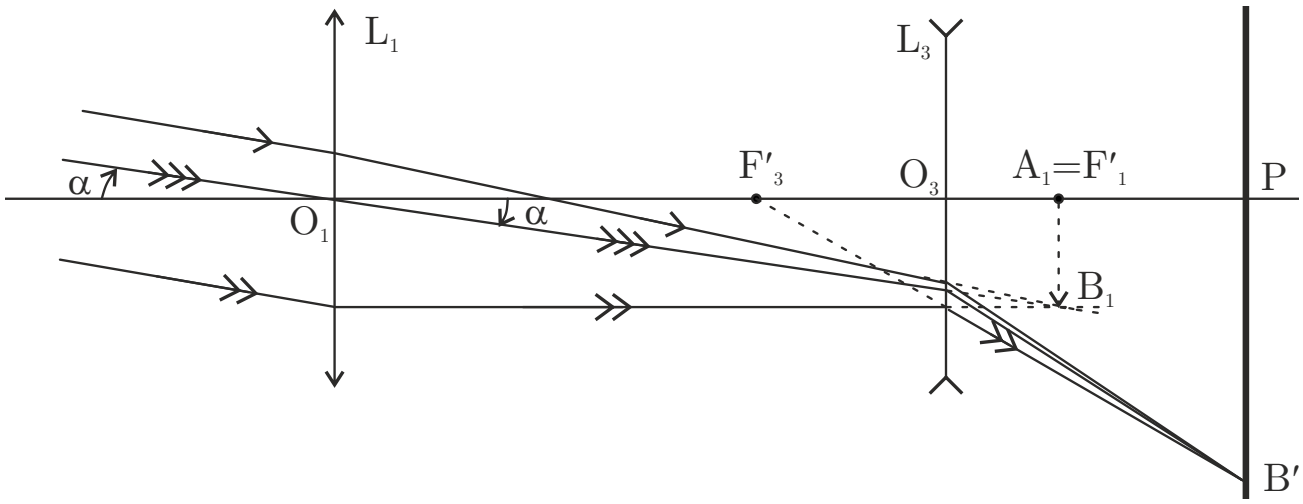
$A_\infty \xrightarrow{(L_1)} A_1 = F_1' = F_3 \xrightarrow{(L_3)} A'_\infty$

On obtient donc $\overline{O_1O_3} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'F_3} + \overline{F_3O_3} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_3O_3}$ d'où $\boxed{\overline{O_1O_3} = f_1' + f_3'}$

20. (2 points) La relation de conjugaison de Descartes appliquée à la lentille (L_3) s'écrit $\dfrac{1}{\overline{O_3A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_3A_1}} = \dfrac{1}{f_3'}$.

Pour amener l'image définitive sur la plaque, il faut diminuer la distance $\overline{O_3A'}$ et donc diminuer la distance $\overline{O_3A_1} = \overline{O_3F_1'}$. Il faut donc rapprocher la lentille (L_3) du plan focal image de la lentille (L_1) et donc écarter les deux lentilles (L_1) et (L_3) l'une de l'autre.

21. (3 points) Tracé de rayons lumineux :



22. (a) (3 points) D'après la formule de conjugaison de Newton appliquée à la lentille (L_3) :

$\overline{F_3A_1}.\overline{F_3'A'} = -f_3'^2$ soit $\overline{F_3F_1'}.\overline{F_3'P} = -f_3'^2$ d'où $\overline{F_1'F_3} = \dfrac{f_3'^2}{\overline{F_3'P}} = \dfrac{f_3'^2}{\overline{F_3'O_3} + \overline{O_3P}}$

On aboutit à $\boxed{\overline{F_1'F_3} = \dfrac{f_3'^2}{\overline{O_3P} - f_3'} \overset{AN}{=} 0{,}69\,\text{cm}}$

(b) (4 points) La taille de l'image intermédiaire est donnée par la relation $\overline{A_1B_1} = \alpha f_1'$ (en raisonnant dans le triangle $O_1F_1'B_1$).

La taille de l'image définitive est donnée par la relation $\overline{A'B'} = \gamma_3\overline{A_1B_1} = \gamma_3\alpha f_1'$.

γ_3 est le grandissement introduit par la lentille (L_3) dont l'expression est donnée par la formule de Newton : $\gamma_3 = \dfrac{f_3'}{\overline{F_3F_1'}} = -\dfrac{f_3'}{\overline{F_1'F_3}}$. On en déduit $\boxed{\overline{A'B'} = -\dfrac{f_3'}{\overline{F_1'F3}}\alpha f_1' \overset{AN}{=} -4{,}3\,\text{cm}}$.

23. (Bonus) Tadej Pogaçar a remporté le Tour de France 2026.

FIN