

## Sujet 1

## I Question de cours

Démontrer les relations des ponts diviseurs de tension et de courant.

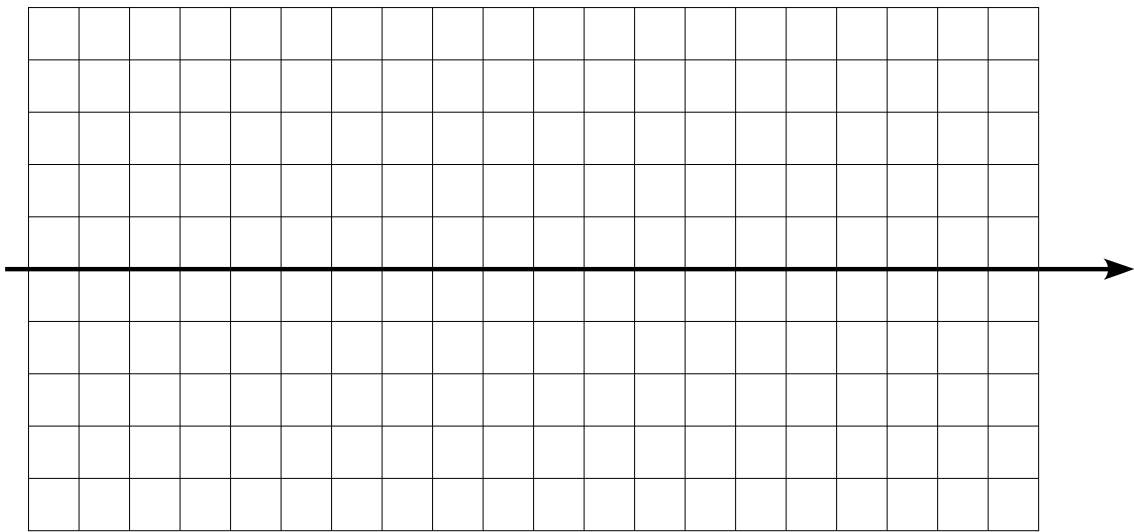
## II Doublet de Huygens

Un doublet de lentilles non accolées est constitué d'une lentille convergente  $L_1$  de centre optique  $O_1$ , de distance focale  $f'_1$  et d'une autre lentille convergente  $L_2$  de centre optique  $O_2$ , de distance focale  $f'_2$ . On note  $e = \overline{O_1O_2} > 0$ . Un doublet de Huygens est de type :

$$f'_1 = 3a \quad e = 2a \quad f'_2 = a$$

Pour l'application numérique, on prendra  $a = 2,0$  cm. On note  $\Delta = \overline{F'_1F_2}$ .

- Déterminer par construction géométrique les foyers objet et image, notés  $F$  et  $F'$ , du doublet optique. Sur le schéma, on prendra un carreau pour 1,0 cm.



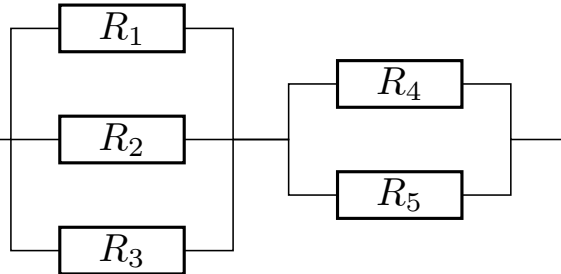
- Exprimer  $\overline{F_1F}$  et  $\overline{F'_2F'}$  en fonction de  $e$ ,  $f'_1$  et  $f'_2$ . Faire l'application numérique. Conclure.



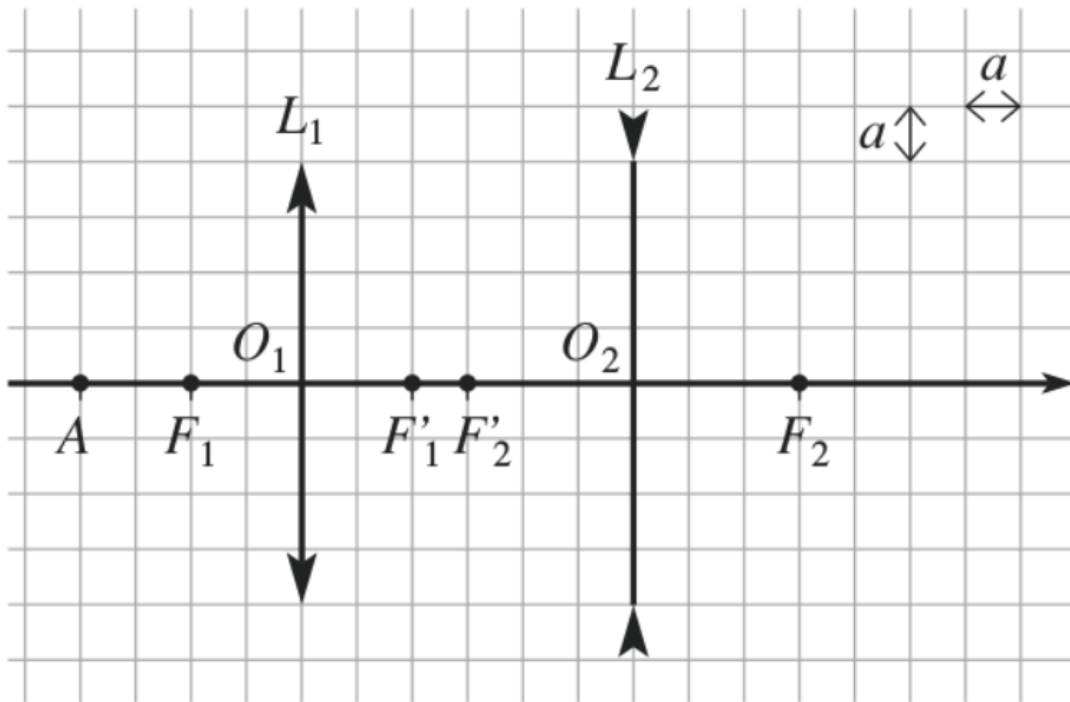
## Sujet 2

## I Question de cours

Démontrer les relations des associations séries et parallèles et exprimer la résistance équivalente du circuit ci-contre.



## II Doublet



**Données.** Relations de conjugaison et de grandissement pour une lentille mince :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad ; \quad \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}.$$

La distance focale image est notée  $f'$  alors que la distance focale objet est notée  $f = -f'$ .

1. Déterminer, par construction géométrique, la position de l'image  $A'$  de l'objet  $A$  à travers le système de deux lentilles  $L_1$  et  $L_2$ . On précisera la position de l'image intermédiaire  $A_1$  (image de  $A$  par  $L_1$  ainsi que sa nature (réelle ou virtuelle)).
2. Vérifier le résultat en utilisant la relation de conjugaison.
3. Tracer un faisceau de rayons issu de  $A$ .



## Sujet 3

## I Question de cours

Présenter et démontrer les caractéristiques d'un condensateur et d'une bobine : relation courant-tension (sans démonstration pour la bobine), continuité, régime permanent, énergie stockée.

## II Lunette astronomique

On considère une lunette astronomique formée d'un objectif constitué d'une lentille mince convergente de distance focale  $f'_1 = \overline{O_1F'_1}$  et d'un oculaire constitué d'une lentille mince convergente de distance focale  $f'_2 = \overline{O_2F'_2}$ . Ces deux lentilles ont même axe optique  $\Delta$ . On rappelle qu'un œil normal voit un objet sans accommoder quand celui-ci est placé à l'infini. On souhaite observer la planète Mars, qui est vue à l'œil nu sous un diamètre apparent  $2\alpha$ , symétriquement par rapport à l'axe optique de la lunette.

Pour voir la planète nette à travers la lunette, on forme un système afocal.

1. Définir un système afocal. Que cela implique-t-il pour les positions des lentilles ?
2. On note  $\alpha$  l'angle sous lequel est vu le bord extrême de la planète Mars. Cet objet est supposé être à l'infini. Dans le cas où  $f'_1 = 5f'_2$ , faire une construction graphique. On placera  $\overline{A'B'}$  l'image intermédiaire sur ce schéma.

On note  $\alpha'$  l'angle orienté que forment les rayons émergents extrêmes en sortie de la lunette par rapport à l'axe optique.

Placer l'angle  $\alpha'$  sur la figure précédente. L'image est-elle droite ou renversée ?

3. La lunette est caractérisée par son grossissement  $G = \alpha'/\alpha$ . Exprimer  $G$  en fonction de  $f'_1$  et de  $f'_2$ . Commenter son signe. On rappelle que les lentilles sont utilisées dans les conditions de Gauss.

On veut augmenter le grossissement de cette lunette et redresser l'image. Pour cela, on interpose entre  $L_1$  et  $L_2$  une lentille convergente  $L_3$  de distance focale  $f'_3 = \overline{O_3F'_3}$ . L'oculaire  $L_2$  est déplacé pour avoir de la planète une image nette à l'infini à travers le nouvel ensemble optique.

4. Quel couple de points doit conjuguer  $L_3$  pour qu'il en soit ainsi ?
5. On appelle  $\gamma_3$ , le grandissement de la lentille  $L_3$ . En déduire  $\overline{O_3F'_1}$  en fonction de  $f'_3$  et  $\gamma_3$ .
6. Faire un tracé de rayons de cette situation. On appellera  $\overline{A'B'}$  la première image intermédiaire et  $\overline{A''B''}$  la seconde image intermédiaire. Déterminer graphiquement ces images intermédiaires, ainsi que les positions des foyers objet  $F_3$  et image  $F'_3$  de la lentille  $L_3$ .
7. En déduire le nouveau grossissement  $G'$  en fonction de  $\gamma_3$ ,  $f'_1$  et  $f'_2$ . On notera  $\alpha''$  l'angle sous lequel est vue l'image finale que l'on placera sur la figure précédente.



## Sujet 4

## I Téléobjectif d'appareil photographique

Modélisons un téléobjectif d'appareil photo par une association de lentilles suivie d'un capteur CCD de taille  $15,8 \times 23,6 \text{ mm}^2$ . La lentille d'entrée est convergente, de vergence  $5,0\delta$ . Une seconde lentille est présente entre la lentille d'entrée et le capteur, à  $15,5 \text{ cm}$  de la lentille d'entrée. Elle est divergente, de vergence  $-20\delta$ . La distance entre la lentille d'entrée de l'objectif et le capteur, notée habituellement  $\Delta$ , est appelée encombrement du téléobjectif. Cet appareil est utilisé pour photographier un chamois de hauteur  $80 \text{ cm}$  au garot situé à  $150 \text{ m}$  du photographe.

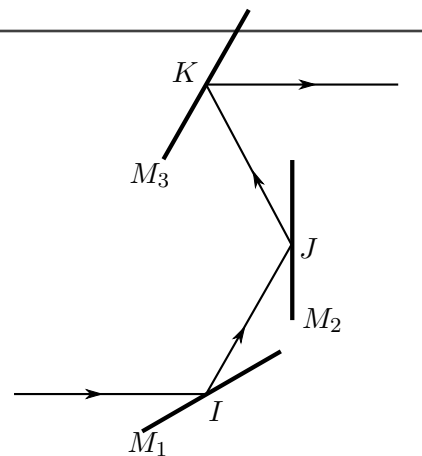
1. En l'absence de la lentille divergente, quelle serait la taille de l'image du chamois sur le capteur? Commenter.
2. Quelle est en fait la taille de l'image formée par le système composé ?
3. Quel est alors l'encombrement du téléobjectif?
4. Quelle serait la distance focale d'une lentille convergente qui donnerait à elle seule une image de la même dimension que la précédente? En déduire ce que vaudrait l'encombrement du téléobjectif dans ce cas.

## II Déviation par trois miroirs (★)

Un rayon lumineux se propageant dans l'air est réfléchi par trois miroirs  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$ . Ces miroirs sont perpendiculaires à un plan choisi comme plan de la figure.

On note  $I$ ,  $J$ ,  $K$  les points d'incidence du rayon lumineux sur les miroirs  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$ . On sait que les angles d'incidence sur les miroirs  $M_1$  et  $M_2$  valent tous deux  $60^\circ$ .

On souhaite déterminer l'orientation du miroir  $M_3$  pour que, après les trois réflexions, le rayon réfléchi définitif ait la même direction et le même sens que le rayon incident.



On rappelle que la déviation d'un rayon est l'angle partant rayon incident, s'il avait continué sans rencontrer d'obstacle et le rayon transmis ou réfléchi.

5. Refaire le schéma et placer les différents angles d'incidence, ainsi que les déviations successives  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$  subies par le rayon lumineux sur chaque miroir.

On notera  $i$  l'angle d'incidence au niveau des miroirs  $M_1$  et  $M_2$  et  $i'$  l'angle d'incidence au niveau du miroir  $M_3$ . Les angles  $i$  et  $i'$  sont des angles géométriques, donc positifs. Les déviations  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$  sont définies dans l'intervalle  $]0, \pi[$ .

6. Exprimer la déviation totale  $D$  en fonction de  $i$  et  $i'$ .
7. En déduire l'expression de  $i'$  pour que le rayon émergent ait même direction et même sens que le rayon incident. Donner sa valeur.