

## Examen : durée 2h

(documents, calculatrices, portables interdits)

Les 3 exercices sont indépendants. Le barème indiqué est approximatif. Vous trouverez à la fin le formulaire. L'annexe avec les figures est à rendre avec votre copie.

### Exercice 1 : Doublet de lentilles (8 pts)

On considère un doublet constitué de deux lentilles minces convergentes  $L_1$  et  $L_2$ , de même axe optique, de centres optiques  $O_1$  et  $O_2$  et de focales  $f'_1$  et  $f'_2$  respectivement. La distance séparant les deux lentilles est notée  $e = \overline{O_1O_2}$ .

Le doublet est tel que :  $f'_1 = 3a$ ,  $f'_2 = a$  et  $e = 2a$ , avec  $a > 0$  quelconque.

On cherche à déterminer les positions du foyer objet  $F$  et du foyer image  $F'$  de ce doublet.

1. Déterminer la position  $\overline{O_2F'}$  du foyer image  $F'$  du doublet en fonction de  $a$ .
2. Retrouver graphiquement la position de  $F'$  sur la feuille de l'annexe, en justifiant vos tracés.
3. Déterminer la position  $\overline{O_1F}$  du foyer objet  $F$  du doublet en fonction de  $a$ .
4. Retrouver graphiquement la position de  $F$  sur la feuille de l'annexe, en justifiant vos tracés.

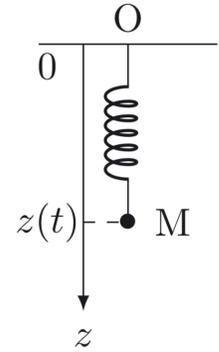
### Exercice 2 : Projection à l'aide d'un miroir sphérique (6 pts)

1. Retrouver, à partir du tracé d'un rayon judicieusement choisi, la formule du grandissement pour un miroir sphérique concave.
2. On souhaite projeter sur un écran l'image  $A'B'$  d'un objet  $AB$  réel à travers un miroir sphérique. Il faut prendre un miroir concave ou convexe ? Justifier.
3. On choisit un miroir sphérique de rayon  $|R| = 1$  m et on place l'écran à la distance  $D = 5$  m du miroir.
  - (a) Où doit-on placer l'objet  $AB$  pour que  $A'B'$  soit nette sur l'écran ?
  - (b) Faire la construction à l'échelle de l'image  $A'B'$  de  $AB$  sur la feuille de l'annexe.
  - (c) Calculer le grandissement  $\gamma = \overline{A'B'}/\overline{AB}$ .

### Exercice 3 : Oscillations amorties (8 pts)

Une masse  $M$  est suspendue à un point fixe  $O$  par l'intermédiaire d'un ressort vertical de raideur  $k$  et de longueur à vide  $\ell_0$ . Sa position est repérée par la coordonnée  $z(t)$ , comme indiqué sur la figure.

Lorsqu'elle est animée d'une vitesse  $\vec{v}$ , cette masse subit, de la part de l'air, une force de frottement fluide  $\vec{f} = -h \vec{v}$ .



1. Etablir l'équation du mouvement de la masse  $M$ . Déterminer sa position d'équilibre  $z_{eq}$ .
2. On pose  $Z(t) = z(t) - z_{eq}$ . Montrer que l'équation différentielle vérifiée par  $Z(t)$  est celle d'un oscillateur amorti, dont on déterminera la pulsation propre  $\omega_0$  et le facteur de qualité  $Q$ . Quel est le sens physique de  $Q$  ?
3. A quelle condition sur  $Q$  la masse oscille-t-elle autour de sa position d'équilibre?

On supposera cette condition satisfaite dans la suite.

4. Déterminer l'expression générale de  $Z(t)$  dans ce cas et l'expression de la pseudo-période  $T$  des oscillations.
5. On définit le décrement logarithmique  $\delta = \ln \left( \frac{Z(t)}{Z(t+T)} \right)$ .

Exprimer  $\delta$  en fonction de  $Q$ . En déduire l'expression du coefficient de frottement  $h$  en fonction de  $\delta$ ,  $k$  et  $M$ . Commenter ce résultat.

---

### Formulaire

*Relations de conjugaison des lentilles minces sphériques :*

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad ; \quad \overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = -f'^2$$

*Relations de conjugaison des miroirs sphériques :*

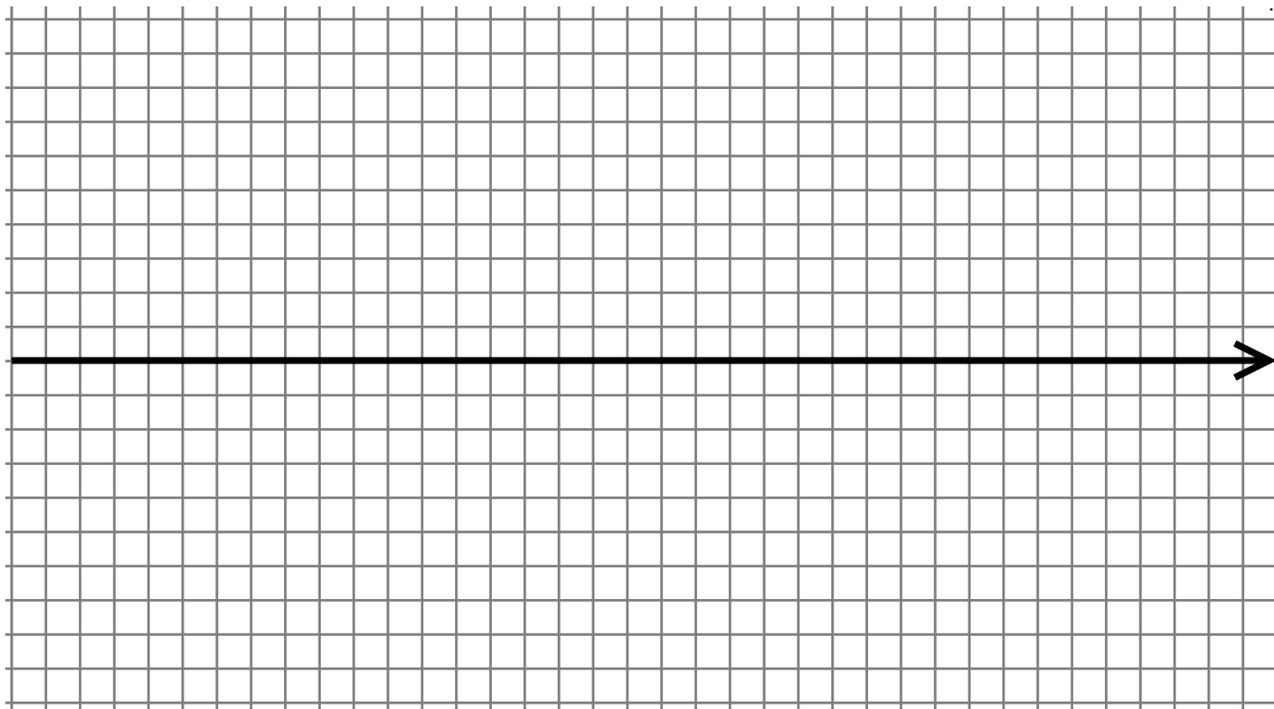
$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \quad ; \quad \overline{FA'} \cdot \overline{FA} = f^2$$

N° de la copie :

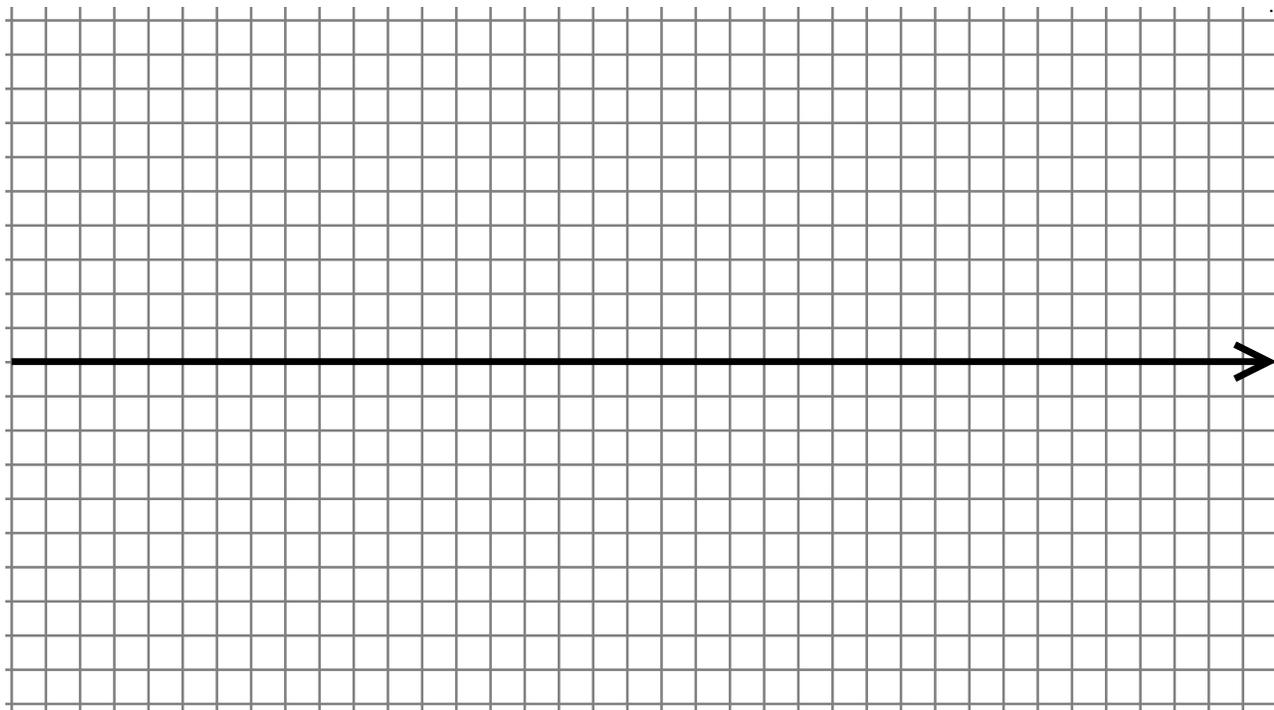
Annexe à rendre avec la copie

**Exercice 1 : Doublet**

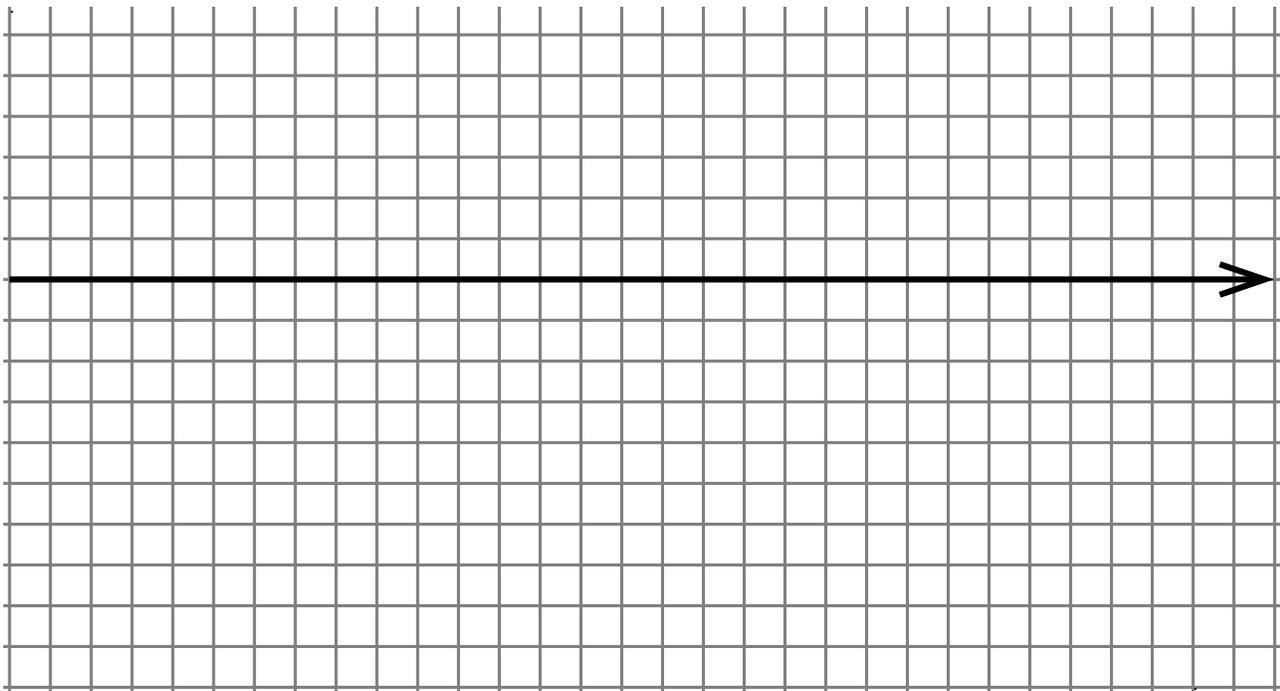
Question 2.



Question 4.



## Exercice 2 : Projection à l'aide d'un miroir sphérique



# Brouillon

