

**Rattrapage**  
**Panorama sur la Physique**  
**07 Février 2024 — PréIng1**

Durée : 1 heure 30 min (2 heures en cas de tiers temps)

**Sont interdits :**

- les documents ;
- tous les objets électroniques (téléphone, tablette, ordinateur...) de même que les montres connectées ;
- les déplacements et les échanges.

**Consignes :**

1. Vérifiez que le sujet est composé de 16 pages et 21 questions ;
2. Seules les dernières feuilles doivent être rendues ;
3. Complétez la page 9 (nom, prénom etc...) dès le début officiel de l'épreuve ;
4. Les détails des calculs demandés doivent être portés sur ces dernières feuilles à l'emplacement correspondant à la question ;
5. Dans la grille, la case correspondant à la bonne réponse doit être remplie complètement au stylo noir ;
6. Chaque question ne comporte qu'une seule réponse possible ;
7. Il n'y a de point négatif pour une mauvaise réponse que pour les questions de cours ;
8. Une case simplement cochée ne sera pas comptabilisée.

**Seule une calculatrice collègue est autorisée**

*Le barème est donné à titre indicatif.*

---

## Lentille divergente (6 points)

---

Une allumette de longueur 5,00 cm est placée à 10,00 cm d'une lentille divergente mince de distance focale  $f' = -30$  cm et de centre  $O$ .

Pour déterminer la position de l'image, on doit utiliser la relation de conjugaison liant la position de l'objet  $OA$  et celle de l'image  $OA'$ . Elle s'écrit :

**Question 1 (1 point)**

$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

$\frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

$-\frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

$-\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

Aucune des réponses précédentes n'est correcte.

**Question 2 (1 point)**

On en déduit que l'image est telle que :

$\overline{OA'} = -15$  cm et elle est virtuelle.

$\overline{OA'} = +7,5$  cm et elle est réelle.

$\overline{OA'} = -7,5$  cm et elle est virtuelle.

$\overline{OA'} = +15$  cm et elle est réelle.

Aucune des réponses précédentes n'est correcte.

**Question 3 (2 points)**

Le grandissement transversale  $\gamma$  et la taille de l'image sont donc :

$\gamma = -1,5$  et  $\overline{A'B'} = -7,6$  cm.

$\gamma = +1,5$  et  $\overline{A'B'} = +7,6$  cm.

$\gamma = +0,75$  et  $\overline{A'B'} = +3,8$  cm.

$\gamma = -0,75$  et  $\overline{A'B'} = -3,8$  cm.

Aucune des réponses précédentes n'est correcte.

**Question 4 (2 points)**

Faire la construction sur les feuilles quadrillées, à la fin. Vous prendrez l'échelle 1 : 2.

**Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.**

## Trajectoire d'un oiseau (7 points)

Pour suivre la trajectoire d'un point  $M$ , on a besoin des coordonnées de ce point dans un des systèmes de coordonnées, puis parfois de les exprimer dans un autre des systèmes de coordonnées. Aussi :

### Question 5 (0.5 point)

en deux dimensions, les coordonnées cartésiennes  $x$  et  $y$  peuvent s'exprimer en fonction des coordonnées polaires par la formule :

- $x = r \cos \theta$  et  $y = r \sin \theta$   
  $x = r \sin \theta$  et  $y = r \cos \theta$   
  $x = r$  et  $y = r \tan \theta$   
 Aucune des réponses précédentes n'est correcte.

### Question 6 (1 point)

De plus, en coordonnées cylindriques, le vecteur déplacement élémentaire de  $M$  s'écrit :

- $d\vec{OM} = dr \vec{u}_r + r d\theta \vec{u}_\theta + dz \vec{u}_z$   
  $d\vec{OM} = dr \vec{u}_r + r d\theta \vec{u}_\theta + r \sin \theta d\phi \vec{u}_\phi$   
  $d\vec{OM} = dr \vec{u}_r + d\theta \vec{u}_\theta + dz \vec{u}_z$   
 Aucune des réponses précédentes n'est correcte.

### Question 7 (0.5 point)

Ce point  $M$  a pour coordonnées cartésiennes :  $M = (b, 0)$  avec  $b < 0$ .

Ses coordonnées polaires sont données par :

- $r_B = -b$  et  $\theta_B = \pi$   
  $r_B = \sqrt{b}$  et  $\theta_B = 0$   
  $r_B = b$  et  $\theta_B = \frac{\pi}{2}$   
  $r_B = b^2$  et  $\theta_B = \frac{3\pi}{2}$   
 Aucune des réponses précédentes n'est correcte.

Maintenant, on veut suivre la trajectoire d'un oiseau dans le référentiel terrestre  $\mathcal{R}_T$  approximé galiléen.

Cet oiseau volant vers l'est (axe  $x$ ) parcourt 100 m à une vitesse moyenne  $v_{x1} = 10$  m/s. Il fait ensuite demi-tour et vole pendant 15 s à une vitesse moyenne  $|v_{x2}| = 20$  m/s.

On oriente l'axe des  $x$  vers l'est, avec l'origine à la position de départ de l'oiseau.

### Question 8 (1 point)

L'intervalle de temps  $\Delta t_1$  avant de faire demi-tour vaut :

- $\Delta t_1 = 0,1$  s  
  $\Delta t_1 = 5$  s  
  $\Delta t_1 = 10$  s  
  $\Delta t_1 = 0,2$  s  
 Aucune des réponses précédentes n'est correcte.

CORRECTION

**Question 9 (1 point)**

Dans la deuxième partie du parcours, la distance parcourue vaut :

A  $d = 200 \text{ m}$

B  $d = 300 \text{ m}$

C  $d = 150 \text{ m}$

D  $d = 100 \text{ m}$

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

**Question 10 (1 point)**

Sur tout le parcours, la vitesse scalaire moyenne  $v$  vaut donc :

A  $v = 16 \text{ m/s}$

B  $v = 8 \text{ m/s}$

C  $v = 12 \text{ m/s}$

D  $v = 4 \text{ m/s}$

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

**Question 11 (1 point)**

Le déplacement (donc algébrique) total  $\Delta x$  vaut :

A  $\Delta x = 300 \text{ m}$

B  $\Delta x = 200 \text{ m}$

C  $\Delta x = -100 \text{ m}$

D  $\Delta x = -200 \text{ m}$

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

**Question 12 (1 point)**

La vitesse moyenne de l'oiseau  $v_{x_{moy}}$  vaut alors :

A  $v_{x_{moy}} = -8 \text{ m/s}$

B  $v_{x_{moy}} = 8 \text{ m/s}$

C  $v_{x_{moy}} = 12 \text{ m/s}$

D  $v_{x_{moy}} = -12 \text{ m/s}$

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

## Engin militaire : Trébuchet (8 points)

L'analyse dimensionnelle est un outil puissant pour résoudre un problème de physique. On va s'intéresser ici au Trébuchet.

C'est un engin militaire et pièce d'artillerie médiévale à contrepoids. Il s'agit d'une arme de siège utilisée au Moyen-âge pour détruire la maçonnerie des murs d'enceinte ou pour lancer toutes sortes de projectiles par-dessus les remparts et fortifications d'un château fort.



Dans le référentiel terrestre  $\mathcal{R}_T$  approximé galiléen, on considèrera la masse  $m$  représentée par le point  $M$ . Initialement elle part au niveau du sol.

Sa position initiale est alors confondue avec l'origine  $O$  du repère. Et sa vitesse initiale  $\vec{V}_0$ , de norme  $V_0 = 50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , est inclinée par rapport à l'horizontal d'un angle  $\alpha = 45^\circ$ .

Lors de sa trajectoire, on supposera que la masse est en chute libre dans le champ de pesanteur.

Pour l'étude du mouvement, on définit un repère  $(Oxy)$  avec l'axe  $(Ox)$  horizontal orienté dans le sens du mouvement, l'axe  $(Oy)$  vertical orienté vers le haut et l'origine  $O$  fixée à la position initiale de la masse.

Donnée :  $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

### Question 13 (0.5 point)

Les dimensions d'une accélération sont :

A  $L \cdot T^{-1}$

B  $M \cdot L \cdot T^{-1}$

C  $L \cdot T^{-2}$

D  $M \cdot L \cdot T^{-2}$

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

### Question 14 (1 point)

Les unités SI d'une force sont :

A  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

B  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

C  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

D  $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

**Question 15 (0.5 point)**

Un angle est une grandeur

A avec une dimension mais sans unité.

D sans dimension et donc sans unité.

sans dimension mais avec une unité.

E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

C sans unité donc sans dimension.

**Question 16 (2 points)**

Par une analyse dimensionnelle, exprimer la portée  $d$ , distance maximale atteinte par le projectile, en fonction de deux paramètres du problème.

*Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.*

**Question 17 (4 points)**

Donner les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$ . Puis en déduire l'expression de  $d$ .

*Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.*

## Deux lentilles convergentes (7 points)

Deux lentilles  $L_1$  et  $L_2$  convergentes de distances focales  $f'_1 = +0,30$  m,  $f'_2 = +0,50$  m sont distantes de 0,20 m.  $L_1$  a pour centre  $O_1$  et  $L_2$  a pour centre  $O_2$  ( $\overline{O_1O_2} = 0,20$  m).

Un petit objet  $AB$  se trouve sur l'axe principal à 0,50 m devant la première lentille.

### Question 18 (1 point)

L'image intermédiaire  $A_1B_1$  se situe donc à la distance :

- A  $\overline{O_1A_1} = -0,1875$  m
- B  $\overline{O_1A_1} = -0,75$  m
- C  $\overline{O_1A_1} = +0,75$  m
- D  $\overline{O_1A_1} = +0,1875$  m
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

### Question 19 (2 points)

En appliquant à la deuxième lentille la formule de conjugaison, on peut en déduire la position de l'image définitive  $A'B'$  par rapport à  $L_2$ . On trouve :

- A  $\overline{O_2A'} = -0,26$  m et elle est virtuelle.
- B  $\overline{O_2A'} = +0,3$  m et elle est réelle.
- C  $\overline{O_2A'} = -0,3$  m et elle est virtuelle.
- D  $\overline{O_2A'} = +0,26$  m et elle est réelle.
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

### Question 20 (1 point)

Si  $F'_1$  et  $F_2$  sont confondus alors :

- A l'image d'un objet à l'infini se forme nécessairement sur le plan focal objet de  $L_1$ .
- B l'image d'un objet à l'infini se forme nécessairement sur le plan focal image de  $L_2$ .
- C l'image d'un objet à l'infini est virtuelle.
- D l'image d'un objet à l'infini est à l'infini.
- E *Aucune des réponses précédentes n'est correcte.*

### Question 21 (3 points)

Faire la construction sur les feuilles quadrillées, à la fin. Vous prendrez l'échelle 1 : 10.

**Répondez sur la feuille correspondante, à la fin du sujet.**

CORRECTION

Les réponses au QCM ne doivent être apportées que sur cette feuille.

La copie ne sera corrigée que si :

- elle comporte vos nom, prénom et groupe ;
- les cases sont complètement coloriées avec un stylo noir ;
- la feuille-réponse ne comporte pas de ratures.

Question 1 :  A  B  C  D  E

Question 2 :  A  B  C  D  E

Question 3 :  A  B  C  D  E

Question 5 :  A  B  C  D

Question 6 :  A  B  C  D

Question 7 :  A  B  C  D  E

Question 8 :  A  B  C  D  E

Question 9 :  A  B  C  D  E

Question 10 :  A  B  C  D  E

Question 11 :  A  B  C  D  E

Question 12 :  A  B  C  D  E

Question 13 :  A  B  C  D  E

Question 14 :  A  B  C  D  E

Question 15 :  A  B  C  D  E

Question 18 :  A  B  C  D  E

Question 19 :  A  B  C  D  E

Question 20 :  A  B  C  D  E



Question 4 :

2 points

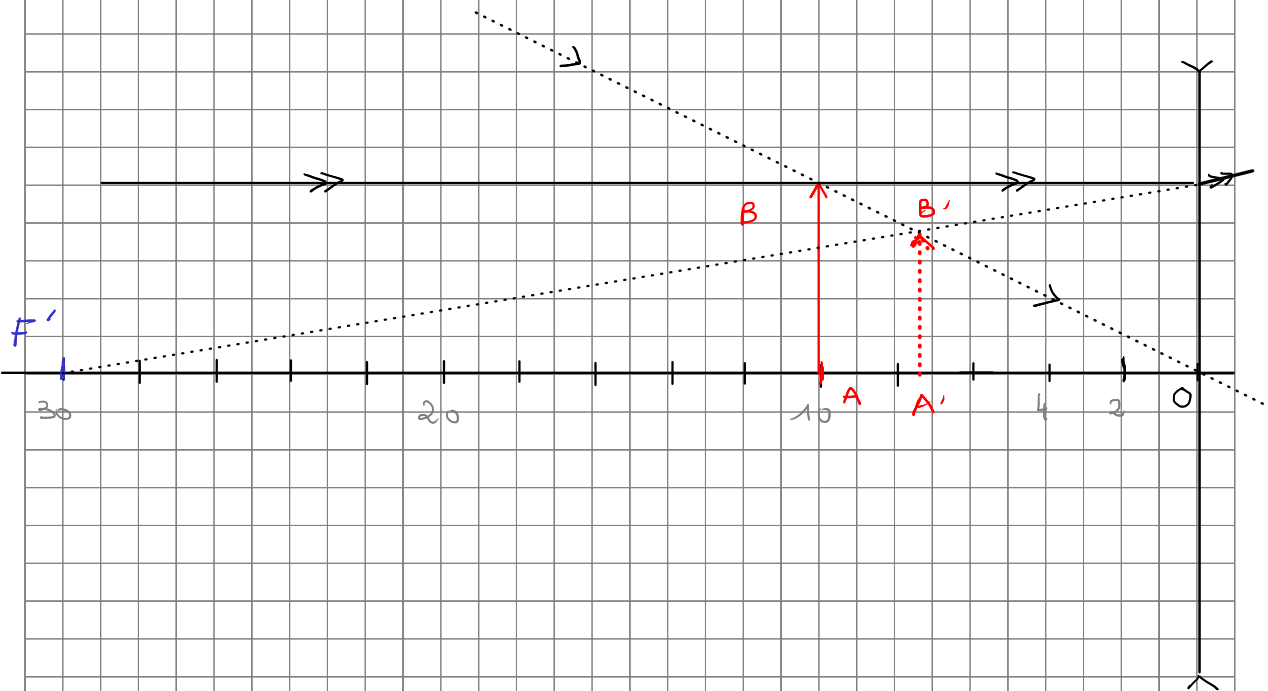
Lentille divergente

Réservé à l'enseignant(e)

$\overline{OA} = -10 \text{ cm}$  ( $-5 \text{ cm} : 10 \text{ carreaux}$ ),  $\overline{OA'} = -7,5 \text{ cm}$  ( $-3,75 \text{ cm}$ ) et  $\overline{AB} = +5 \text{ cm}$  ( $+2,5 \text{ cm}$ ),  $\overline{A'B'} = +3,8 \text{ cm}$  ( $+1,9 \text{ cm}$ )  
 $\overline{OF'} = f' = -30 \text{ cm}$  ( $-15 \text{ cm}$ ), échelle: 1:2 ( $2 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ cm}$ )

Barème: 1 point: 2 rayons corrects

1 point: lentille, F et F' corrects



Question 16 :

2 points

Portée d

Réservé à l'enseignant(e)

• Paramètres du problème :

\* angle  $\alpha$  :  $[\alpha] = 1$  (angle sans dimension)

\* vitesse initiale  $V_0$  :  $[V_0] = LT^{-1}$

\* champ de pesanteur :  $[g] = [\alpha] = LT^{-2}$

0,5 point

• Hypothèse sur l'expression de d :

$$d = k V_0^a g^b m^c \quad \text{avec } a, b \text{ et } c \text{ constantes et } k \text{ constante sans dimension : } [k] = 1.$$

donc :  $[d] = [k] [V_0]^a [g]^b [m]^c$

soit  $1 \times L^1 \times 1 = 1 \times (LT^{-1})^a (LT^{-2})^b M^c$

$$M^0 L^1 T^0 = M^c L^{(a+b)} T^{(-a-2b)}$$

0,5 point

par identification, on trouve le système d'équations :

$$\begin{cases} c = 0 \\ a + b = 1 \\ -(a + 2b) = 0 \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} c = 0 \\ a + b = -2b + b = -b = 1 \\ a = -2b \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} a = 2 \\ b = -1 \\ c = 0 \end{cases}$$

0,5 point

donc :  $d = k V_0^2 g^{-1} m^0 = k \frac{V_0^2}{g}$

0,5 point

Question 17 : Équations horaires et expression de  $d$ 

• Équations horaires :  $x(t)$  et  $y(t)$

2<sup>ème</sup> loi de Newton :  $m\vec{a} = m\vec{g}$  chute libre

donc  $\vec{a} = \ddot{x} \vec{u}_x + \ddot{y} \vec{u}_y = -g \vec{u}_y$  avec les conditions

initiales :

$$\vec{OM}(t=0) = x(t=0) \vec{u}_x + y(t=0) \vec{u}_y = \vec{0}$$

$$\vec{V}(t=0) = \dot{x}(t=0) \vec{u}_x + \dot{y}(t=0) \vec{u}_y = \vec{V}_0 = V_0 \cos \alpha \vec{u}_x + V_0 \sin \alpha \vec{u}_y$$

$$\begin{cases} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{y} = -g \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \dot{x} = \text{cst} = \dot{x}(t=0) = V_0 \cos \alpha \\ \dot{y} = -gt + \dot{y}(t=0) = -gt + V_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \cos \alpha t + \overset{=0}{x(t=0)} \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin \alpha t + \underset{=0}{y(t=0)} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x(t) = V_0 \cos \alpha t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin \alpha t \end{cases}$$

• expression de  $d$  :

La portée  $d$  correspond à la distance telle qu'au temps  $\tau$  ( $\tau \neq 0$ ) tel que  $y(\tau) = 0$ .

$$\text{Soit : } \begin{cases} x(\tau) = d = V_0 \cos \alpha \tau & (i) \\ y(\tau) = 0 = -\frac{1}{2} g \tau^2 + V_0 \sin \alpha \tau & (ii) \end{cases}$$

L'équation (ii) devient :  $\tau \left( -\frac{1}{2} g \tau + V_0 \sin \alpha \right) = 0$

$$\text{or } \tau \neq 0 \text{ donc } -\frac{1}{2} g \tau + V_0 \sin \alpha = 0 \rightarrow \tau = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

dans (i) :

$$d = x(\tau) = V_0 \cos \alpha \tau = V_0 \cos \alpha \times \frac{2V_0}{g} = \frac{V_0^2}{g} \underbrace{(2 \cos \alpha \sin \alpha)}_{\sin(2\alpha)}$$

$$\rightarrow d = \frac{V_0^2}{g} \sin(2\alpha)$$

Question 21 : 3 points

Deux lentilles convergentes

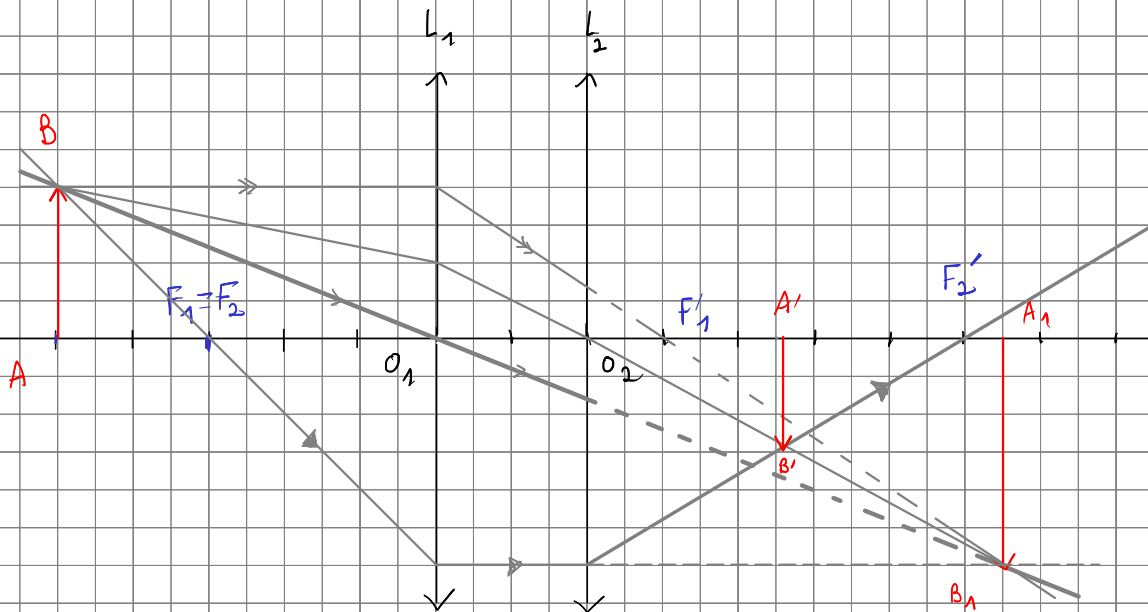
Réservé à l'enseignant(e)

Barème : 1 point : lentilles  $L_1$  et  $L_2$  (avec  $F_1'$  et  $F_2$ ) correctes

0,5 point : image intermédiaire  $A_1, B_1$  correcte

0,5 point : image définitive  $A'B'$  correcte

1 point : ( $2 \times 0,5$ ) =  $2 \times$  (2 rayons corrects)



## Feuille supplémentaire - (indiquer le numéro de la question rédigée)

## Question 21 : Deux lentilles convergentes - Détails

$$\bullet \quad \overline{O_1 F'_1} = 0,30 \text{ m} \quad , \quad \overline{O_2 F'_2} = 0,50 \text{ m}$$

$$\overline{O_1 O_2} = 0,20 \text{ m}$$

$$A \xrightarrow{L_1} A_1 \xrightarrow{L_2} A'$$

$$\bullet \quad \overline{O_1 A} = -0,50 \text{ m}$$

Relation de conjugaison: 
$$-\frac{1}{\overline{O_1 A}} + \frac{1}{\overline{O_1 A_1}} = \frac{1}{\overline{O_1 F'_1}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1 A_1}} = \frac{1}{\overline{O_1 A}} + \frac{1}{\overline{O_1 F'_1}} = \frac{1}{-0,5} + \frac{1}{0,3}$$

$$\frac{1}{\overline{O_1 A_1}} = \frac{-10}{5} + \frac{10}{3} = \frac{-30 + 50}{15} = \frac{20}{15} \Rightarrow \overline{O_1 A_1} = \frac{15}{20} = 0,75 \text{ m} > 0 \quad \begin{array}{l} \text{à droite de} \\ L_1 \end{array}$$

$$\gamma_1 = \frac{\overline{O_1 A_1}}{\overline{O_1 A}} = \frac{0,75}{-0,5} = -1,5 \quad \text{image réelle, renversée et 1,5 fois plus grande.}$$

$$\bullet \quad \overline{O_2 A_1} = \overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 A_1} = -0,2 + 0,75 = 0,55 \text{ m} > 0 \rightarrow \text{objet virtuel pour } L_2$$

Relation de conjugaison: 
$$-\frac{1}{\overline{O_2 A_1}} + \frac{1}{\overline{O_2 A'}} = \frac{1}{\overline{O_2 F'_2}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{O_2 A'}} = \frac{1}{\overline{O_2 A_1}} + \frac{1}{\overline{O_2 F'_2}} = \frac{1}{0,55} + \frac{1}{0,5}$$

$$\frac{1}{\overline{O_2 A'}} = \frac{10}{5,5} + \frac{10}{5} = \frac{50 + 55}{5 \times 5,5} = \frac{105}{27,5} \Rightarrow \overline{O_2 A'} = \frac{27,5}{105} \approx 0,26 \text{ m} > 0 \quad \begin{array}{l} \text{à droite de} \\ L_2 \end{array}$$

$$\gamma_2 = \frac{\overline{O_2 A'}}{\overline{O_2 A_1}} = \frac{0,26}{0,55} \approx 0,47 \approx 0,5 \quad \text{image réelle, droite et deux fois plus petite}$$

construction:

échelle 1:10.

$$\overline{O_1 A} = -0,5 \text{ m} = -50 \text{ cm} \xrightarrow{\frac{1}{10}} -5 \text{ cm}$$

$$\overline{O_1 A_1} = 0,75 \text{ m} = 75 \text{ cm} \longrightarrow 7,5 \text{ cm}$$

$$\overline{O_2 A'} = 0,26 \text{ m} = 26 \text{ cm} \longrightarrow 2,6 \text{ cm}$$

$$\overline{O_1 O_2} = 20 \text{ cm} \longrightarrow 2 \text{ cm}$$

# CORRECTION

