Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac 2023 Métropole septembre Jour 1 https://labolycee.org

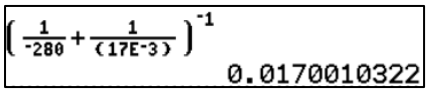
EXERCICE 1 - OBSERVATION ORNITHOLOGIQUE D'UNE OIE CENDRÉE (11 pts)

1. Observation d'une oie cendrée à l'œil nu

Q1. Justifier que la position de l'image A'B' de l'oie par la lentille L est telle que $\overline{OA'}$ = 17 mm.

$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'} \Leftrightarrow \overline{OA'} = \left(\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'}\right)^{-1}$ avec $\overline{OA} = -\ 280$ m et f' = 17 mm = 1,7×10^{-2} m.

$\overline{OA'} = \left(\frac{1}{-280} + \frac{1}{17\times10^{-3}}\right)^{-1}$ = **1,7×10^{-2} m = 17 mm**.



L'image de l'oie se forme sur la rétine.

(1pt)

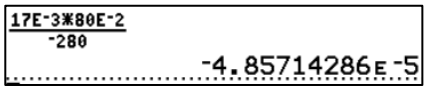
Remarque : à 280 m, l'objet AB est considéré à l'infini.

Ainsi : $\overline{OA} \to -\infty$ et $\frac{1}{\overline{OA}} \to 0$ donc $\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{f'}$ et $\overline{OA'}$ **= f' = 17 mm.**

Q2. Vérifier que la taille de l'image A'B' de l'oie sur la rétine de l'observateur est voisine de 49 µm. Sachant que la rétine est assimilée à un disque de rayon égal à 6 mm centré en F', préciser si l'oie est vue en entier par un observateur.

$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ soit $\overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'}\times\overline{AB}}{\overline{OA}}$ avec $\overline{OA'} = f'$ = 17 mm ; $\overline{AB}$ = 80 cm et $\overline{OA} = -280$ m .

$\overline{A'B'} = \frac{17\times10^{-3}\times80\times10^{-2}}{(-280)}$ = **– 4,9×10^{-5} m**



(0,75pt) Donc la taille de l'oie sur la rétine vaut **AB = 49×10^{-6} m** = **49 µm.**

Comme **49×10^{-6} m < 6 mm = 6 ×10^{-3} m,** l'oie est vue en entier par l'observateur.

Q3. Déterminer la distance minimale séparant deux points A et B d'un objet pouvant être vus lorsqu'ils sont situés à une distance de 280 m de l'œil.
En déduire si l'oie peut être vue distinctement par l'observateur à l'œil nu puis déterminer si le bec de l'oie peut être observé distinctement.

(0,75pt) Un objet est vu distinctement par l'œil si $\alpha > \alpha_m$ = 3×10^{-4} rad.

Or $\tan\alpha = \frac{AB}{OA} \approx \alpha$ dans l'approximation des petits angles.

Pour $\alpha = \alpha_m$ on a AB = d_m = distance minimale entre A et B

soit $\alpha_m = \frac{d_m}{OA}$ d'où : $\boxed{d_m = OA \times \alpha_m}$

d_m = 280 × 3×10^{-4} m = **8,4 ×10^{-2} m** = **8,4 cm**.

L'oie mesure 80 cm > 8,4 cm : elle est vue distinctement à l'œil nu.

Le bec mesure 7 cm < 8,4 cm : il n'est pas vu distinctement à l'œil nu.

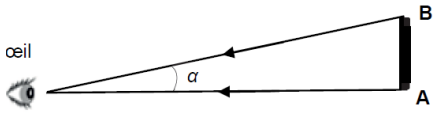


Figure 2. L'objet AB est vu sous un angle α par l'œil. Il peut être distinctement vu par l'œil si $\alpha > \alpha_m$

2. Observation avec une longue-vue assimilée à une lunette astronomique afocale

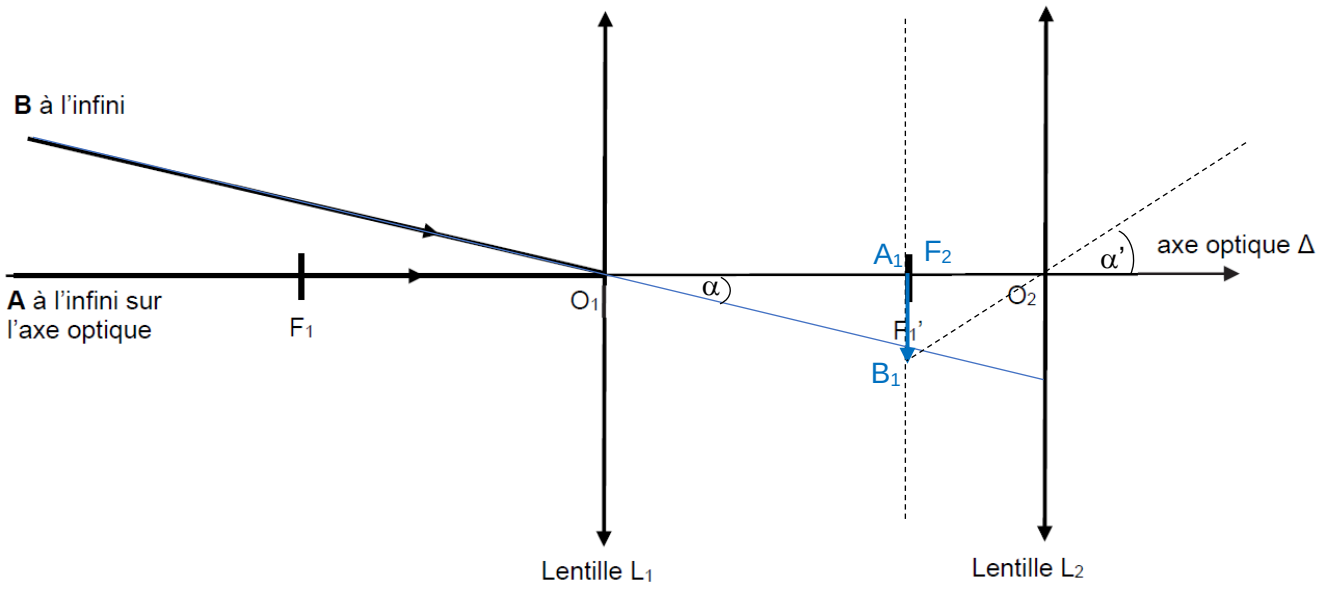
Q4. Compléter la figure A1 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE pour représenter l'image A_1B_1 formée par la lentille L_1 d'un objet AB (représentant l'oie) situé à l'infini.

(0,5pt) L'oie est située à l'infini. Son image A_1B_1 par la lentille L_1 est située dans le plan focal image de L_1, passant par F'_1 (en pointillés). Le point A_1 est confondu avec le foyer image F'_1 de L_1.

Le rayon issu du point B et passant par O_1 n'est donc pas dévié. Il coupe le plan focal image de L_1 en B_1.

Q5. Placer, en justifiant, le foyer objet F_2 de la lentille L_2 sur la figure A_1 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.

(0,5pt) La lunette astronomique étant afocale le foyer objet F_2 est confondu avec le foyer image F'_1.



Q6. En considérant les angles *α* et *α'* exprimés en radians comme petits, montrer que le grossissement de la lunette astronomique afocale peut s'exprimer par la relation : $G = \frac{f_1'}{f_2'}$.

(1,5 pt) $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

Dans le triangle $O_1A_1B_1$ $\tan\alpha = \frac{A_1B_1}{O_1F_1'} = \frac{A_1B_1}{f_1'} \approx \alpha$.

Dans le triangle $O_2A_1B_1$ $\tan\alpha' = \frac{A_1B_1}{O_2F_2} = \frac{A_1B_1}{O_2F'_2} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \approx \alpha'$.

$$G = \frac{\frac{A_1B_1}{f_2'}}{\frac{A_1B_1}{f_1'}} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \times \frac{f_1'}{A_1B_1} = \frac{f_1'}{f_2'} \text{ soit } \boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f_1'}{f_2'}}$$

Q7. Calculer la valeur du grossissement *G* de la lunette astronomique afocale.

(0,5pt) $G = \frac{450\text{ mm}}{30\text{ mm}} =$ **15.**

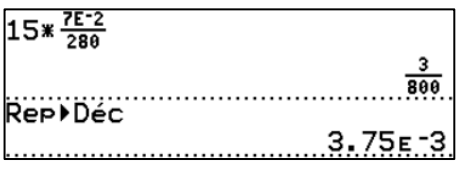
Q8. Indiquer en justifiant si l'observateur voit distinctement, à travers la longue-vue, le bec de l'oie située à 280 m.

(1pt) $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = 15$ donc $\alpha' = G \times \alpha$.

Avec α l'angle sous lequel est vu le bec de taille AB = 7 cm à la distance O_1A = 280 m.

$\tan\alpha = \frac{AB}{O_1A} \approx \alpha$ donc $\boxed{\alpha' = G \times \frac{AB}{O_1A}}$.

$\alpha' = 15 \times \frac{7\times10^{-2}}{280} = 3{,}75\times10^{-3}$ rad $> 3\times10^{-4}$ rad.



L'observateur voit donc distinctement le bec de l'oie centrée à 280 m à travers la longue vue.

3. Structure de la plume d'une oie cendrée

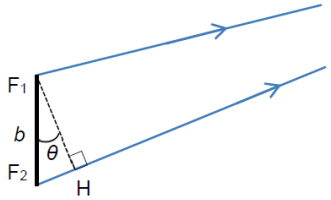
Q9. Préciser la condition que doit vérifier la différence de chemin optique *δ* pour que les ondes issues des fentes interfèrent de manière constructive au point M. Indiquer en justifiant dans ce cas si la frange au point O' est brillante ou sombre.

(0,75pt) Interférences constructives : $\delta = k\times\lambda$ avec k entier relatif.
Au point O' : $F_1O' = F_2O'$ donc $\delta = F_2M - F_1M = 0$. Cas particulier de $\delta = k\times\lambda$ pour $k = 0$.
Au point O', on observe une frange brillante car les interférences sont constructives.

Q10. Montrer que, dans les conditions de l'expérience ($\theta << 1$ rad), il est possible d'exprimer la différence de chemin optique par la relation suivante : $\delta = b \cdot \theta$.

(0,5pt) Cas des petits angles : $\sin\theta \approx \theta$

$\sin\theta = \dfrac{F_2H}{b} = \dfrac{\delta}{b} \approx \theta$ donc $\boxed{\delta = b \cdot \theta}$

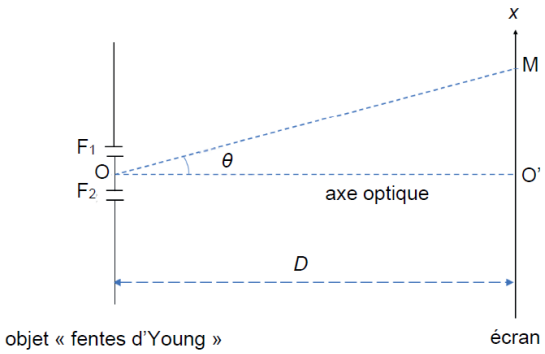


Q11. Après avoir exprimé l'angle *θ* en fonction de *D* et *x*, montrer que la différence de chemin optique *δ* a pour expression : $\delta = \dfrac{b \cdot x}{D}$.

(0,5pt) tan $\theta = \dfrac{O'M}{D} = \dfrac{x}{D} \approx \theta$ et $\theta = \dfrac{\delta}{b}$.

En égalant les deux expressions de θ il vient :

$\dfrac{x}{D} = \dfrac{\delta}{b}$ soit $\boxed{\delta = \dfrac{b \cdot x}{D}}$.



Q12. En déduire l'expression des abscisses x_k des franges brillantes, en fonction de *λ*, *D*, *b* et d'un entier relatif *k*.

(0,5pt) Les franges brillantes ont des abscisses x_k telles que : $\delta = \dfrac{b \cdot x_k}{D}$.

Par ailleurs : $\delta = k\times\lambda$

Donc : $\dfrac{b \cdot x_k}{D} = \lambda \cdot k$ et finalement : $\boxed{x_k = \dfrac{k \cdot \lambda \cdot D}{b}}$

Q13. Montrer que l'interfrange *i* est donnée par l'expression littérale suivante : $i = \dfrac{\lambda \cdot D}{b}$.

(0,5pt) L'interfrange s'écrit : $i = x_{k+1} - x_k \Leftrightarrow i = \dfrac{(k+1) \cdot \lambda \cdot D}{b} - \dfrac{k \cdot \lambda \cdot D}{b}$ et finalement : $\boxed{i = \dfrac{\lambda \cdot D}{b}}$

Q14. Montrer que le modèle simplifié permet d'expliquer certaines caractéristiques de la figure d'interférences observée sur la figure A2 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE. Dans les cases vides de cette figure, identifier, en justifiant, l'axe O'*x* puis l'axe O'*y*.

(0,75pt) Les barbes et les barbules ont des directions pratiquement perpendiculaires : il en est de même de leurs figures de diffraction.

Exprimons les interfranges sur les axes O'x et O'y :

$$i_x = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda \cdot D}{b_{barbe}} \quad \text{et} \quad i_y = y_{\ell+1} - y_\ell = \frac{\lambda \cdot D}{b_{barbule}}$$

Or $b_{barbule} < b_{barbe}$ donc pour $\lambda \cdot D$ fixé et positif : $\dfrac{\lambda \cdot D}{b_{barbule}} > \dfrac{\lambda \cdot D}{b_{barbe}}$ soit $\boldsymbol{i_y > i_x}$.

L'interfrange sur O'y est plus grand que l'interfrange sur O'x.
On en déduit la position des axes O'x et O'y (voir fin correction).
La figure A2 montre que $\boldsymbol{i_2 > i_1}$ donc : $\boldsymbol{i_2 = i_y = i_{barbule}}$ et $\boldsymbol{i_1 = i_x = i_{barbe}}$

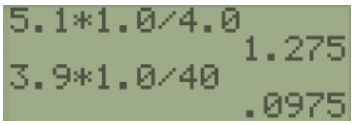
Q15. En exploitant la figure A2 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, évaluer les valeurs des interfranges i_1 et i_2 puis en déduire les valeurs des espacements $b_{barbule}$ et b_{barbe}.
(1pt) Graphiquement 4,0 cm sur le schéma représentent 1,0 cm dans la réalité.

Pour les barbules :

Schéma Réalité

5,1 cm $\Leftrightarrow$ i_2

4,0 cm $\Leftrightarrow$ 1,0 cm $\Rightarrow$ $i_2 = \dfrac{5{,}1 \times 1{,}0}{4{,}0}$ cm = **1,3 cm** = **1,3×10⁻² m**.

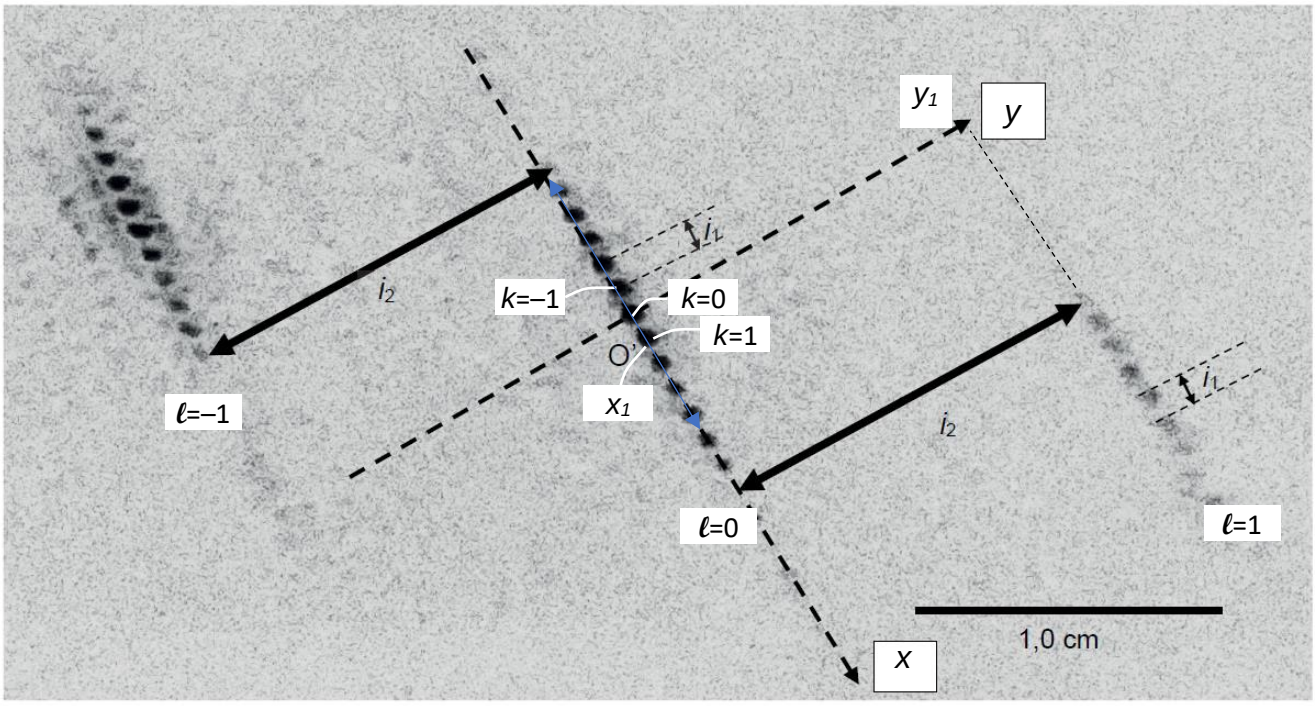


Pour les barbes :

Schéma Réalité

3,9 cm $\Leftrightarrow$ 10×i_1

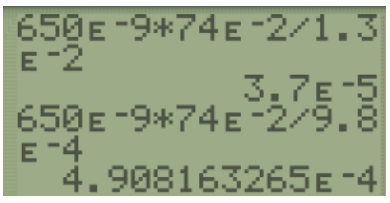
4,0 cm $\Leftrightarrow$ 1,0 cm $\Rightarrow$ $i_1 = \dfrac{3{,}9 \times 1{,}0}{10 \times 4{,}0}$ = **0,098 cm** = **9,8×10⁻⁴ m**.



$b = \dfrac{\lambda \cdot D}{i}$ donc :

$b_{barbule} = \dfrac{\lambda \cdot D}{i_2} = \dfrac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{1{,}3 \times 10^{-2}}$ = **3,7×10⁻⁵ m = 37 µm.**

$b_{barbe} = \dfrac{\lambda \cdot D}{i_1} = \dfrac{650 \times 10^{-9} \times 74 \times 10^{-2}}{9{,}8 \times 10^{-4}}$ = **4,9×10⁻⁴ m = 0,49 mm.**



Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs : labolycee@labolycee.org (0,5pt)

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.