PHY NYC – Exercice de révision pour examen 2

« *Un souper en yeux-à-yeux* »
SOLUTION

(a)

● Selon l'énoncé « 2) », on déduit que l'oeil droit de Jane a un d_{PR} = 26,3 cm, donc il est myope ($d_{PR} < \infty$).

● Selon l'énoncé « 3) », on peut « deviner » que l'oeil gauche de Jane est hypermétrope, car il doit « forcer » pour bien voir de loin, alors qu'un oeil emmétrope voit bien de loin en étant complètement « détendu » ($V = V_{min}$).

OU

On peut utiliser d_{PP} = 15,9 cm (énoncé « 3) ») et A_{acc} = 12 D (énoncé « 4) ») et calculer d_{PR} :

$$A_{acc} = \frac{1}{d_{PP}} - \frac{1}{d_{PR}} \quad \Rightarrow \quad d_{PR} = \left(\frac{1}{d_{PP}} - A_{acc}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{0{,}159} - 12\right)^{-1} = -0{,}175 \text{ m} = -17{,}5 \text{ cm}$$

Un d_{PR} négatif est caractéristique d'un oeil hypermétrope.

● Selon l'énoncé « 4) », les 2 yeux possèdent chacun une A_{acc} = 12 D, donc ils ne sont pas presbytes (car A_{acc} > 4 D).

(b)

Un oeil myope doit être corrigé avec une lentille divergente : on s'attend donc à trouver une vergence négative.
Le PR actuel de son oeil droit est d_{PR} = 26,3 cm. Pour corriger la myopie, on veut ramener son PR à l'infini. On veut donc une lentille correctrice telle que :

$$p = \infty$$

$$q = -26{,}3 \text{ cm} = -0{,}263 \text{ m}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} = V \quad \Rightarrow \quad V = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-0{,}263} = -3{,}80 \text{ D}$$

(c)

Un oeil hypermétrope doit être corrigé avec une lentille convergente : on s'attend donc à trouver une vergence positive.
Le PR actuel de son oeil gauche est d_{PR} = –17,5 cm (voir solution de (a)). Pour corriger l'hypermétropie, on veut ramener son PR à l'infini. On veut donc une lentille correctrice telle que :

$$p = \infty$$

$$q = +17{,}5 \text{ cm} = +0{,}175 \text{ m}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} = V \quad \Rightarrow \quad V = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{0{,}175} = +5{,}71 \text{ D}$$

(d)

● Oeil gauche (hypermétrope) :
Sans lunettes, il voit bien de 15,9 cm à l'infini (mais il doit « forcer » pour bien voir à l'infini).
Avec les lunettes, le PR corrigé est égal à l'infini, mais son PP a été modifié. L'amplitude d'accommodation ne change pas quand on met des lunettes, donc on a toujours A_{acc} = 12 D. Le nouveau PP avec lunettes est :

$$A_{acc} = 12 \text{ D}$$

$$d_{PR} = \infty$$

$$A_{acc} = \frac{1}{d_{PP}} - \frac{1}{d_{PR}} \quad \Rightarrow \quad d_{PP} = \left(A_{acc} + \frac{1}{d_{PR}}\right)^{-1} = \left(12 + \frac{1}{\infty}\right)^{-1} = 0{,}08333 \text{ m} = 8{,}33 \text{ cm}$$

Donc, avec les lunettes, l'oeil gauche voit bien entre 8,33 cm et l'infini (mais il voit maintenant à l'infini en étant parfaitement « détendu »).

● Oeil droit (myope) :
On ignore jusqu'à présent le PP de l'oeil sans lunettes, mais nous pouvons le calculer :

$$A_{acc} = 12 \text{ D}$$

$$d_{PR} = 26{,}3 \text{ cm} = 0{,}263 \text{ m}$$

$$A_{acc} = \frac{1}{d_{PP}} - \frac{1}{d_{PR}} \quad \Rightarrow \quad d_{PP} = \left(A_{acc} + \frac{1}{d_{PR}}\right)^{-1} = \left(12 + \frac{1}{0{,}263}\right)^{-1} = 0{,}06328 \text{ m} = 6{,}33 \text{ cm}$$

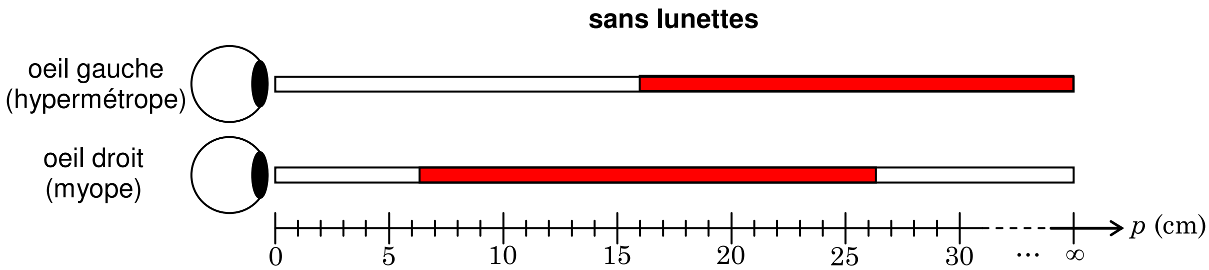
Donc sans lunettes, il voit bien de 6,33 cm à 26,3 cm.
Avec les lunettes, le PR corrigé est égal à l'infini, mais son PP a été modifié. L'amplitude d'accommodation ne change pas quand on met des lunettes, donc on a toujours A_{acc} = 12 D. Le nouveau PP avec lunettes est :

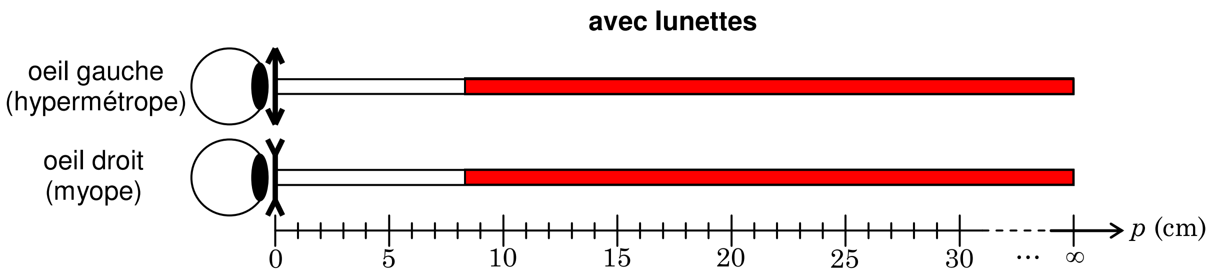
$$A_{\text{acc}} = 12\ \text{D}$$

$$d_{\text{PR}} = \infty$$

$$A_{\text{acc}} = \frac{1}{d_{\text{PP}}} - \frac{1}{d_{\text{PR}}} \quad \Rightarrow \quad d_{\text{PP}} = \left(A_{\text{acc}} + \frac{1}{d_{\text{PR}}}\right)^{-1} = \left(12 + \frac{1}{\infty}\right)^{-1} = 0{,}08333\ \text{m} = 8{,}33\ \text{cm}$$

Donc, avec les lunettes, l'oeil droit voit bien entre 8,33 cm et l'infini.





(e)

● Yeux sans lunettes :
Lorsque Jane ne porte pas ses lunettes, John observe ses iris avec un angle :

$$y_o = 0{,}5\ \text{cm}$$

$$d_o = D + d = 100 + 3 = 103\ \text{cm}$$

$$\alpha_o = \arctan\left(\frac{y_o}{d_o}\right) = \arctan\left(\frac{0{,}5}{103}\right) = 0{,}2781^\circ$$

● Oeil droit (myope) avec lunettes :
Les caractéristiques de l'image de l'iris de Jane dans sa lentille divergente sont :

$$p = 3\ \text{cm} = 0{,}03\ \text{m}$$

$$y_o = 0{,}5\ \text{cm}$$

$$1/f = V = -3{,}80\ \text{D}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} = V \quad \Rightarrow \quad q = \left(V - \frac{1}{p}\right)^{-1} = \left(-3{,}80 - \frac{1}{0{,}03}\right)^{-1} = -0{,}02693\ \text{m} = -2{,}693\ \text{cm}$$

$$\frac{y_i}{y_o} = -\frac{q}{p} \quad \Rightarrow \quad y_i = -\frac{q}{p} y_o = -\frac{-2{,}693}{3} \times 0{,}5 = 0{,}4488\ \text{cm}$$

L'image est virtuelle, droite, plus petite que l'objet et se forme du même côté que l'objet.
John observe l'image de son iris avec un angle :

$$y_i = 0{,}4488\ \text{cm}$$

$$d_i = D + |q| = 100 + 2{,}693 = 102{,}693\ \text{cm}$$

$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{y_i}{d_i}\right) = \arctan\left(\frac{0{,}4488}{102{,}693}\right) = 0{,}2504^\circ$$

Il voit donc son iris avec un grandissement angulaire :

$$G = \frac{\alpha_i}{\alpha_o} = \frac{0{,}2504^\circ}{0{,}2781^\circ} = 0{,}900$$

● Oeil gauche (hypermétrope) avec lunettes :
Les caractéristiques de l'image de l'iris de Jane dans sa lentille convergente sont :

$p = 3\ \text{cm} = 0{,}03\ \text{m}$

$y_o = 0{,}5\ \text{cm}$

$1/f = V = +5{,}71\ \text{D}$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} = V \quad \Rightarrow \quad q = \left(V - \frac{1}{p}\right)^{-1} = \left(5{,}71 - \frac{1}{0{,}03}\right)^{-1} = -0{,}03620\ \text{m} = -3{,}620\ \text{cm}$$

$$\frac{y_i}{y_o} = -\frac{q}{p} \quad \Rightarrow \quad y_i = -\frac{q}{p} y_o = -\frac{-3{,}620}{3} \times 0{,}5 = 0{,}6033\ \text{cm}$$

L'image est virtuelle, droite, plus grande que l'objet et se forme du même côté que l'objet.
John observe l'image de son iris avec un angle :

$y_i = 0{,}6033\ \text{cm}$

$d_i = D + |q| = 100 + 3{,}620 = 103{,}620\ \text{cm}$

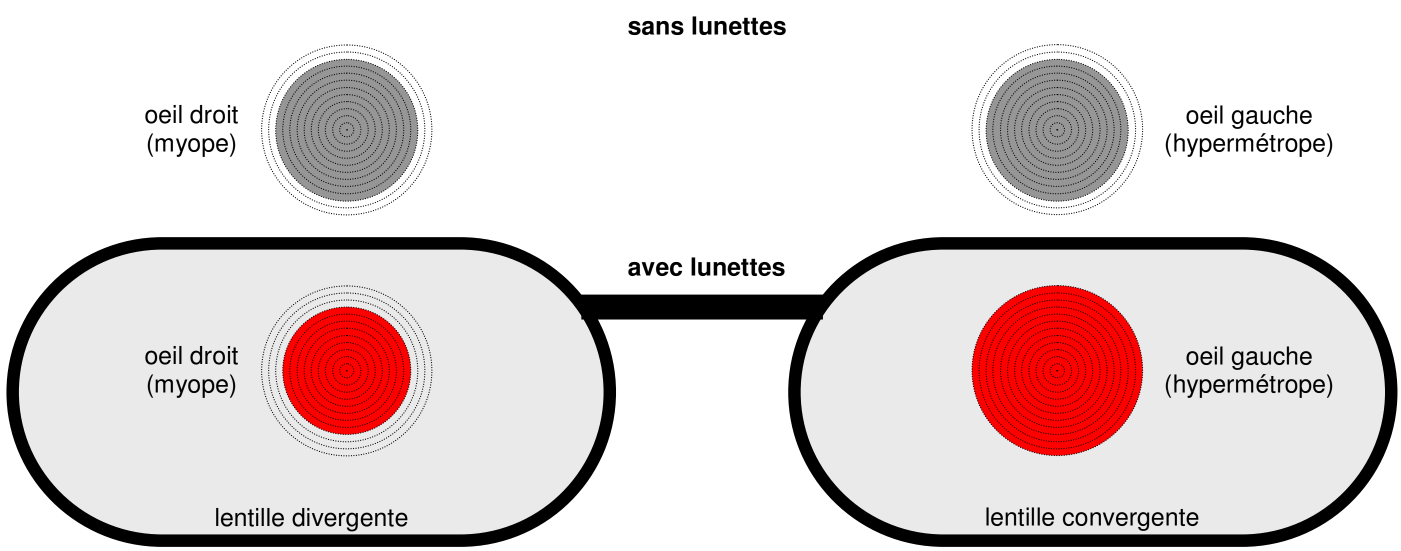
$$\alpha_i = \arctan\left(\frac{y_i}{d_i}\right) = \arctan\left(\frac{0{,}6033}{103{,}620}\right) = 0{,}3336^\circ$$

Il voit donc son iris avec un grandissement angulaire :

$$G = \frac{\alpha_i}{\alpha_o} = \frac{0{,}3336^\circ}{0{,}2781^\circ} = 1{,}20$$

(f)

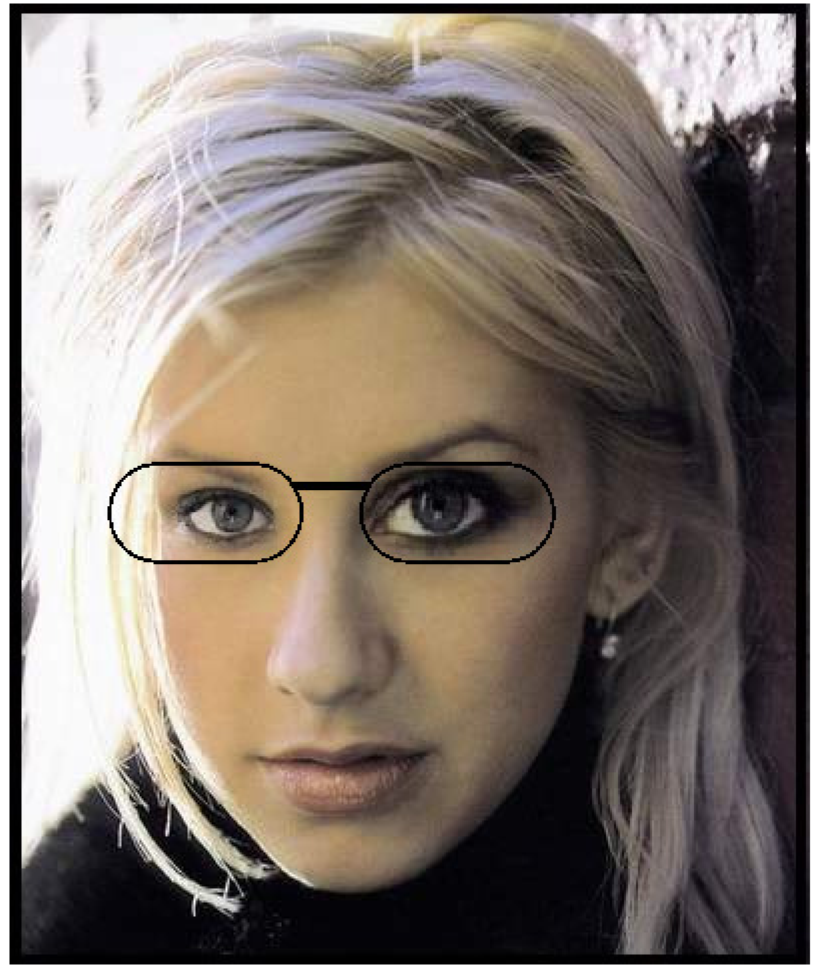
Sans lunettes, on voit que la taille normale (correspondant à α_o) des iris de Jane correspond à 10 cercles concentriques.
Pour son oeil droit, $G = 0{,}9$, donc John voit, à l'échelle, un iris équivalent à 0,900 × 10 = 9 cercles concentriques.
Pour son oeil gauche, $G = 1{,}2$, donc John voit, à l'échelle, un iris équivalent à 1,20 × 10 = 12 cercles concentriques.



« Jane »
sans lunettes

(photo originale trouvée sur Internet)

« Jane »
avec lunettes



(ajout, simulation et redimensionnement effectués par Benjamin)