

PHY NYC – Exercice de révision pour le Chapitre 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} :

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

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 :

$$p = \infty$$

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

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

(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 :

$$p = \infty$$

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

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

(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 :

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

$$d_{PR} = \infty$$

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

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 :

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

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

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

Donc sans lunettes, il voit bien de 6,33 cm à 26,3 cm.

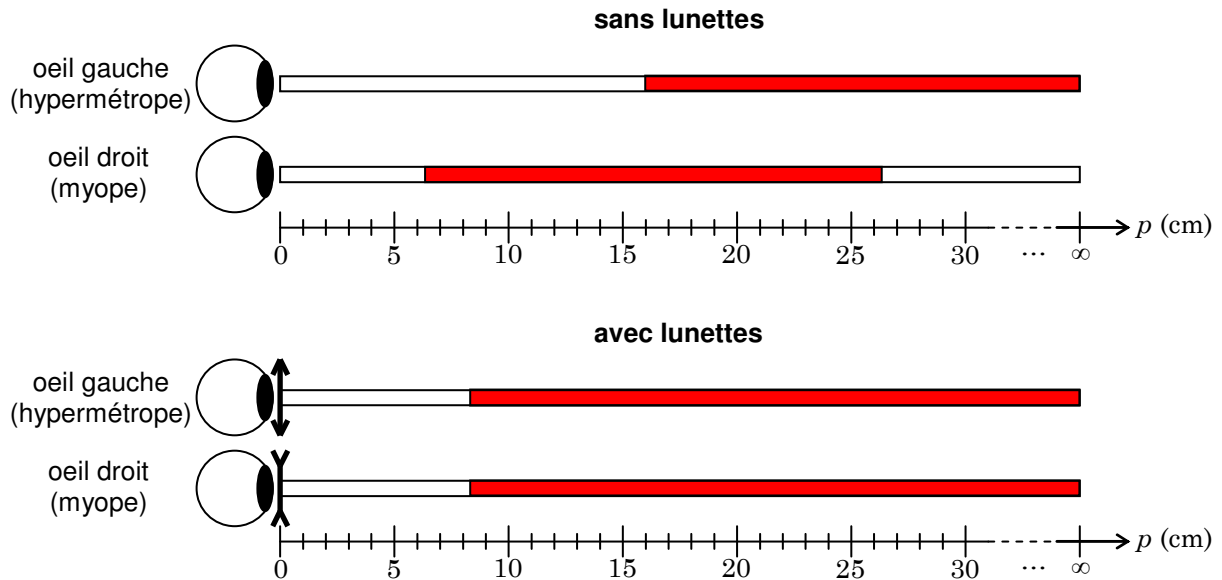
Avec les lunettes, le PR corrigé est égal à l'infini, mais son PP a été modifié. L'amplitude d'accommodation ne change pas quand on met des lunettes, donc on a toujours $A_{acc} = 12$ D. Le nouveau PP avec lunettes est :

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

$$d_{PR} = \infty$$

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

Donc, avec les lunettes, l'oeil 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 :

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

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

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

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

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

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 :

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

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

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

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

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

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 :

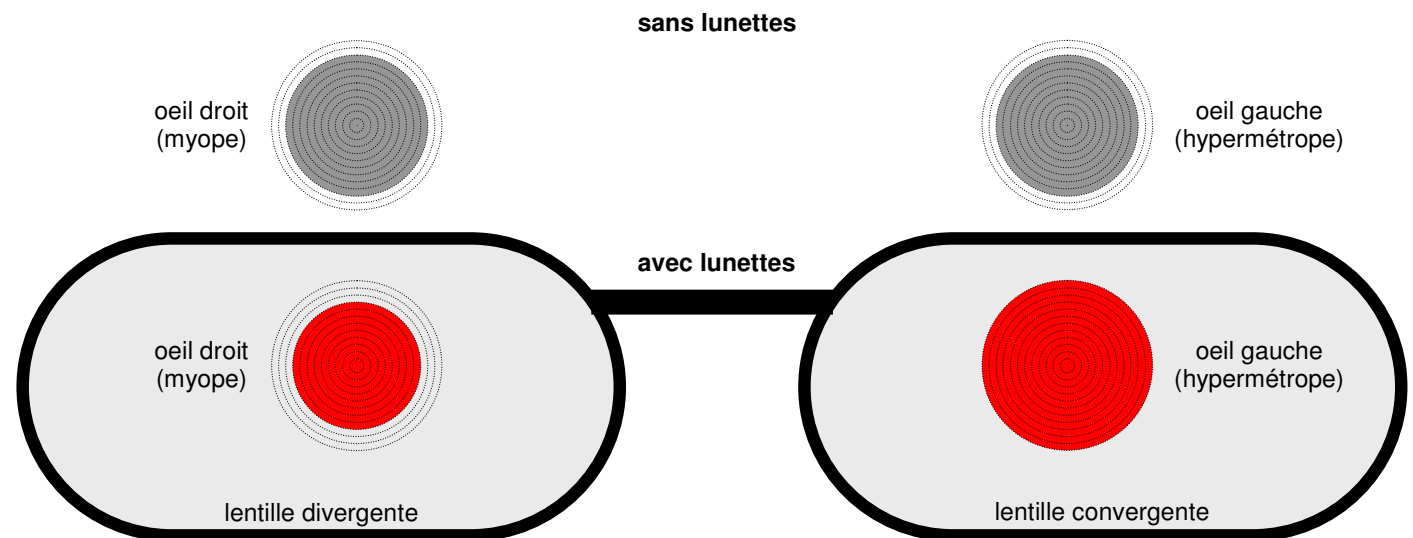
$$G = \frac{\alpha_i}{\alpha_o} = \frac{0,3336^\circ}{0,2781^\circ} = 1,20$$

(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 $0,900 \times 10 = 9$ cercles concentriques.

Pour son oeil gauche, $G = 1,2$, donc John voit, à l'échelle, un iris équivalent à $1,20 \times 10 = 12$ cercles concentriques.

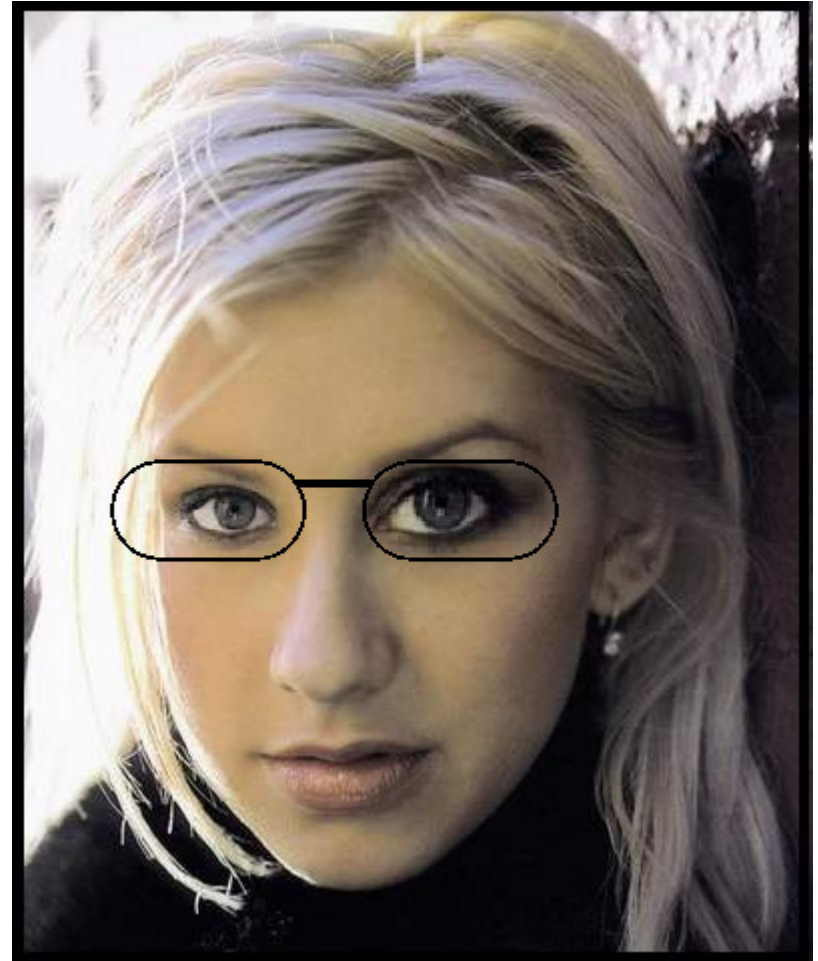


« Jane »
sans lunettes



(photo originale trouvée sur Internet)

« Jane »
avec lunettes



(ajout, simulation et redimensionnement effectués par Benjamin)