Solutionnaire du chapitre 6

1. a) Selon la loi de la réfraction, on a

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$n_X \sin(25°) = 1,33 \sin(48°)$$
$$n_X = 2,34$$

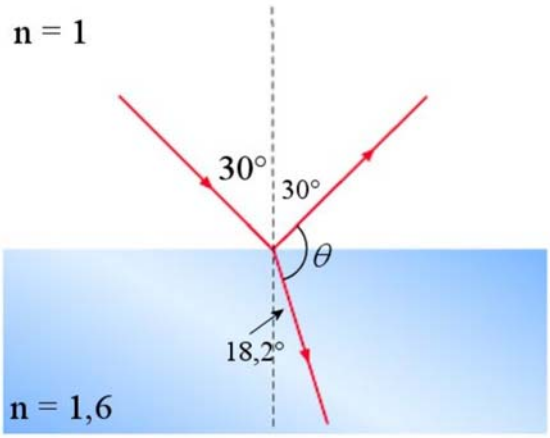
b) La vitesse de la lumière dans la substance X est

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^8 \frac{m}{s}}{2,34} = 1,28\times10^8 \frac{m}{s}$$

2. Trouvons premièrement l'angle de réfraction

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1\sin(30°) = 1,6\sin\theta_2$$
$$\theta_2 = 18,21°$$

On a donc la situation suivante.



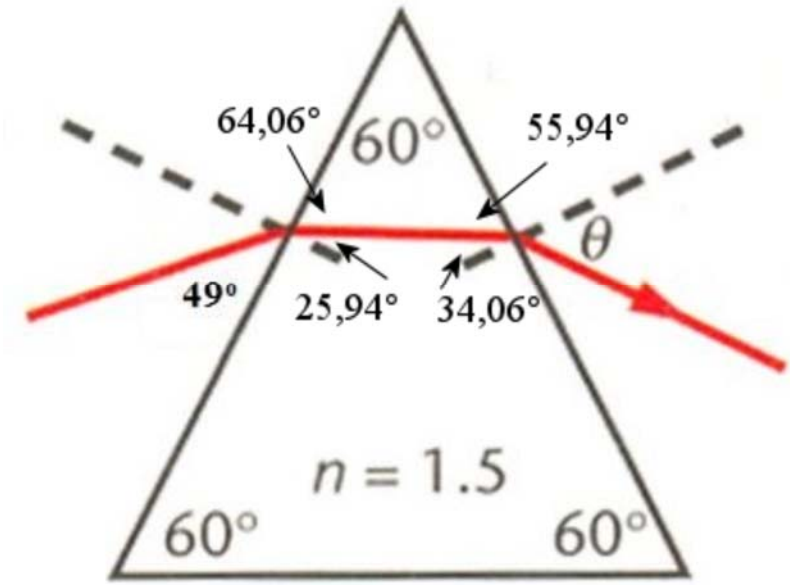
On doit alors avoir que

$$30° + \theta + 18,21° = 180°$$
$$\theta = 131,79°$$

3. Avec la loi de la réfraction, on a

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1\sin(41°) = 1,5\sin\theta_2$$
$$\theta_2 = 25,94°$$

On a alors



Voici comment on trouve ces angles.

64,06° : on a cet angle parce que 25,94° et 64,06° doivent totaliser 90°.

55,94° : On a cet angle parce que la somme des angles d'un triangle doit donner 180°. On doit donc avoir 64,06°+60°+55,94° = 180°.

34,06° : on a cet angle parce que 55,94° et 34,06° doivent totaliser 90°.

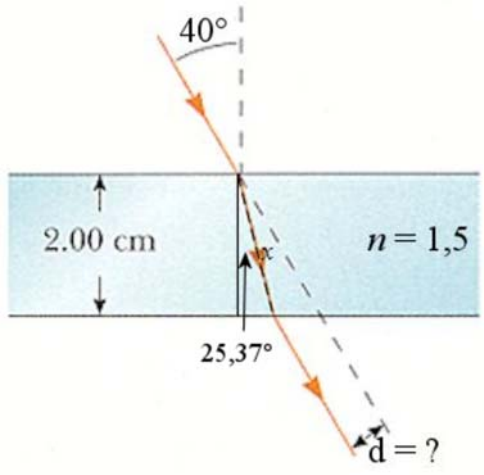
On reprend ensuite la loi de la réfraction pour trouver l'angle θ. On a alors

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1,5\sin(34,06°) = 1\sin\theta$$
$$\theta = 57,16°$$

4. Trouvons premièrement l'angle de réfraction dans le verre.

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1\sin(40°) = 1,5\sin\theta_2$$
$$\theta = 25,37°$$

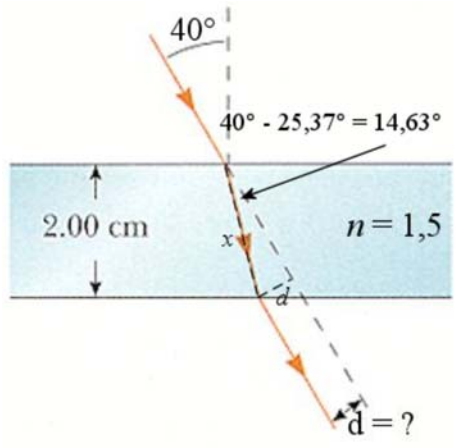
On a alors



On trouve ensuite la longueur du rayon lumineux dans le verre (ligne en pointillée identifiée *x*). On la trouve avec

$$\cos 25,37 = \frac{2cm}{x}$$
$$x = 2,214cm$$

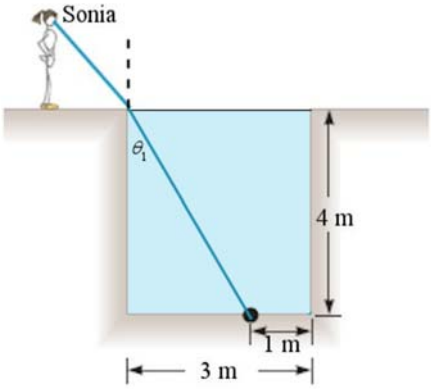
Finalement, on a un autre triangle rectangle. Avec les côtés *x* et *d*



Avec ce triangle, on a

$$\sin(14,63°) = \frac{d}{x}$$
$$\sin(14,63°) = \frac{d}{2,21cm}$$
$$d = 0,559cm$$

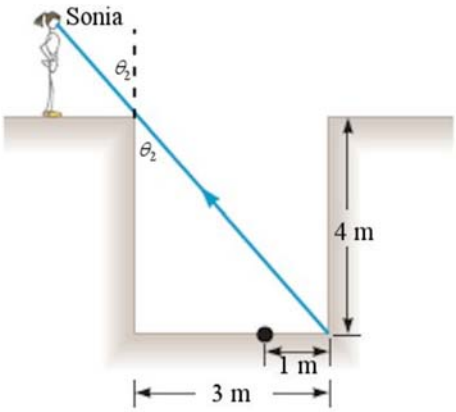
5. Pour voir le point, on doit avoir, au pire, la situation suivante.



L'angle sur cette figure est

$$\tan\theta_1 = \frac{2m}{4m}$$
$$\theta_1 = 26,57°$$

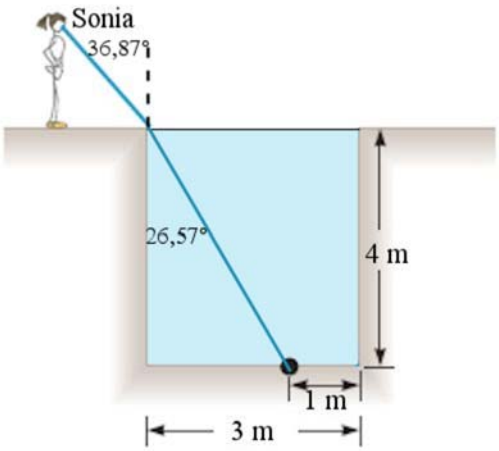
Il nous manque l'angle à l'extérieur du liquide. On trouve cet angle avec la situation initiale.



L'angle sur cette figure est

$$\tan\theta_2 = \frac{3m}{4m}$$
$$\theta_1 = 36,87°$$

On a donc la situation suivante.



L'indice de réfraction doit donc être de

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$n \sin(26,57°) = 1 \sin 36,87°$$
$$n = 1,342$$

6. Si l'angle critique est de 60°, alors on peut trouver l'indice de réfraction avec

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\sin 60° = \frac{n}{1,33}$$
$$n = 1,152$$

La vitesse de la lumière dans cette substance est donc

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3\times10^8 \frac{m}{s}}{1,152} = 2,60\times10^8 \frac{m}{s}$$

7. L'angle critique est

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\sin\theta_c = \frac{1}{1,5}$$
$$\theta_c = 41,81°$$

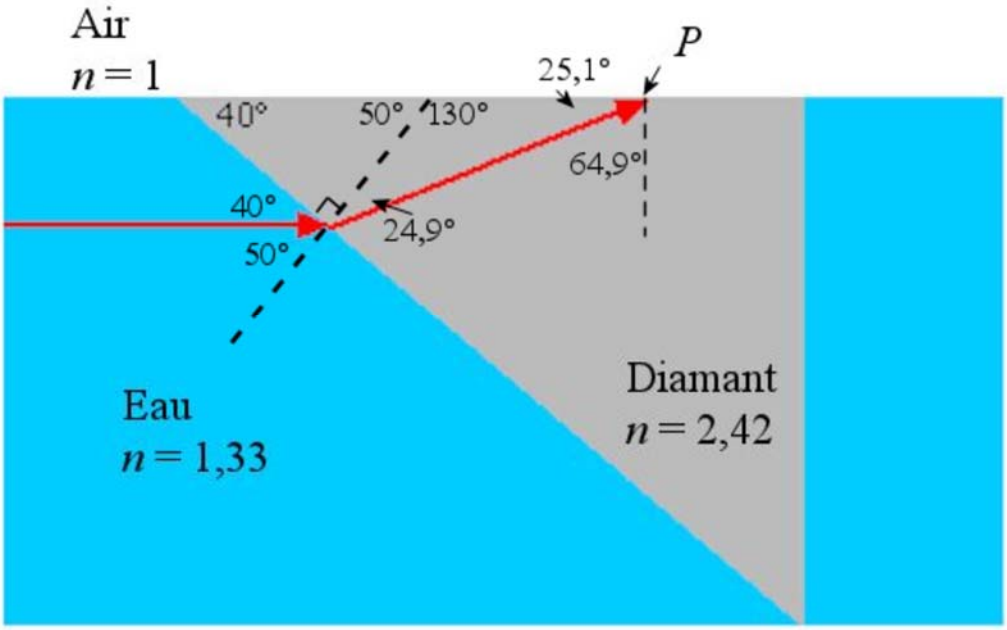
Comme l'angle d'incidente est de 52° (90° - 38°), il y a réflexion totale puisque l'angle d'incidence est supérieur à l'angle critique.

8. L'angle critique est

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\sin\theta_c = \frac{1,5}{1}$$
$$\theta_c \text{ n'existe pas}$$

Comme il n'y a pas d'angle critique, il ne peut pas y avoir de réflexion totale.

9. On a les angles suivants.



Voici comment on trouve ces angles.

40° entre le rayon rouge et l'interface entre l'eau et le diamant.
Angle alterne-interne avec le 40° du morceau de diamant.

Angle d'incidence de 50° pour le rayon à l'interface eau-diamant.
40° et 50° doivent totaliser 90°.

Angle de réfraction de 24,9°.
Vient de

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1,33\sin(50°) = 2,42\sin\theta_2$$
$$\theta_2 = 24,9°$$

Angle de 50° (au bout de la ligne pointillée, près de l'interface entre l'air et le diamant).
La somme des angles d'un triangle doit être de 180°.
On doit donc avoir 40° + 90° + 50° = 180°.

Angle de 130°
La somme de l'angle de 50° et de l'angle de 130° doit donner 180° (angles supplémentaires.

Angle de 25,1°

La somme des angles d'un triangle doit être de 180°.
On doit donc avoir 130° + 24,9° + 25,1° = 180°.

Angle de 64,9°
25,1° et 64,9° doivent totaliser 90°.

L'angle d'incidence du rayon est donc de 64,9°. Est-il plus grand que l'angle critique ? L'angle critique est

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\sin\theta_c = \frac{1}{2,42}$$
$$\theta_c = 24,4°$$

Comme l'angle d'incidence est plus grand que l'angle critique, il y a réflexion totale au point P.

10. L'angle de réfraction du rouge est

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1\sin(80°) = 1,62\sin\theta_2$$
$$\theta_2 = 37,44°$$

L'angle de réfraction du mauve est

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$1\sin(80°) = 1,66\sin\theta_2$$
$$\theta_2 = 36,39°$$

L'écart entre les deux est donc 37,44° - 36,39° = 1,05°.

11. On trouve la position de l'image avec

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{q} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$
$$\frac{1,33}{10cm} + \frac{1}{q} = \frac{1-1,33}{-20cm}$$
$$q = -8,58cm$$

L'image du poisson est donc à 8,58 cm derrière la paroi de l'aquarium.

12. On trouve la position de l'image avec

$$\frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{q} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$
$$\frac{1,33}{10cm} + \frac{1}{q} = \frac{1-1,33}{40cm}$$
$$q = -7,08cm$$

L'image du poisson est donc à 7,08 cm derrière la paroi de l'aquarium.

13. a) On trouve la position de l'image avec

$$\frac{n_1}{p}+\frac{n_2}{q}=\frac{n_2-n_1}{R}$$
$$\frac{1,5}{25cm}+\frac{1}{q}=\frac{1-1,5}{-40cm}$$
$$q=-21,05cm$$

L'image de la tache rouge est donc à 21,05 cm sous le dessus du dôme de verre. La distance entre l'image et l'observateur est donc de 45 cm + 21,05 cm = 66,05 cm.

b) Le grandissement est

$$\begin{aligned} m &= -\frac{n_1 q}{n_2 p} \\ &= -\frac{1,5\cdot(-21,05cm)}{1\cdot 25cm} \\ &= 1,263 \end{aligned}$$

Le rayon de l'image est donc 1,263 fois plus grand que celui de l'objet. Il vaut donc

$$\begin{aligned} r &= 1,263\cdot 2cm \\ &= 2,53cm \end{aligned}$$

14. Il y a deux surfaces.

Première surface (surface courbe)

La position de l'image se trouve avec

$$\frac{n_1}{p}+\frac{n_2}{q}=\frac{n_2-n_1}{R}$$
$$\frac{1}{5cm}+\frac{1,5}{q}=\frac{1,5-1}{4cm}$$
$$q=-20cm$$

Le grandissement est

$$\begin{aligned} m &= -\frac{n_1 q}{n_2 p} \\ &= -\frac{1\cdot(-20cm)}{1,5\cdot 5cm} \\ &= 2,667 \end{aligned}$$

Deuxième surface (surface plane)

On se sert de l'image de la première surface comme objet pour la deuxième surface. Comme l'image est à 20 cm à gauche de la surface courbe, elle est à 36 cm de la surface plane. On a donc p = 36 cm. La position de l'image finale est donc

$$\begin{aligned} \frac{n_1}{p} + \frac{n_2}{q} &= \frac{n_2 - n_1}{R} \\ \frac{1,5}{36cm} + \frac{1}{q} &= \frac{1-1,5}{\infty} \\ q &= -24cm \end{aligned}$$

L'image est donc à 24 cm à gauche de la surface plane. Pour l'observateur, l'image est donc à 24 cm derrière la surface plane.

Le grandissement sur cette surface plane est

$$\begin{aligned} m &= -\frac{n_1 q}{n_2 p} \\ &= -\frac{1,5\cdot(-24cm)}{1\cdot 36cm} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Le grandissement total est donc

$$m_{tot} = m_1 \cdot m_2 = 2,667 \cdot 1 = 2,667$$

L'image finale est donc 2,667 fois plus grande que l'objet. Son diamètre est donc

$$y_i = 2,667 \text{ x } 1 \text{ cm} = 2,667 \text{ cm}$$

15. Il y a deux surfaces.

Première surface (interface eau-verre)

La position de l'image se trouve avec

$$\frac{n_1}{p}+\frac{n_2}{q}=\frac{n_2-n_1}{R}$$
$$\frac{1,33}{4m}+\frac{1,5}{q}=\frac{1,5-1,33}{\infty}$$
$$q=-4,511m$$

Deuxième surface (interface verre-air)

On se sert de l'image de la première surface comme objet pour la deuxième surface. Comme l'image est à 4,511 m sous l'interface verre-eau, elle est à 7,511 m de l'interface verre-air. On a donc p = 7,511 m. La position de l'image finale est donc

$$\frac{n_1}{p}+\frac{n_2}{q}=\frac{n_2-n_1}{R}$$
$$\frac{1,5}{7,511m}+\frac{1}{q}=\frac{1-1,5}{\infty}$$
$$q=-5,01m$$

L'image est donc à 5,01 m sous l'interface verre-air. Pour l'observateur, l'image est donc à 5,01 m sous le dessus de la surface de verre.

16. a) La distance focale est (en supposant que les rayons vont de gauche à droite)

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,6-1}{1}\left(\frac{1}{0,1m}-\frac{1}{-0,15m}\right)$$
$$f=10cm$$

C'est donc une lentille convergente ayant une distance focale de 10 cm.

b) La distance focale est (en supposant que les rayons vont de gauche à droite)

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,6-1}{1}\left(\frac{1}{0,1m}-\frac{1}{\infty}\right)$$
$$f=16,7cm$$

C'est donc une lentille convergente ayant une distance focale de 16,7 cm.

c) La distance focale est (en supposant que les rayons vont de gauche à droite)

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,6-1}{1}\left(\frac{1}{-0,1m}-\frac{1}{0,15m}\right)$$
$$f=-10cm$$

C'est donc une lentille divergente ayant une distance focale de 10 cm.

d) La distance focale est (en supposant que les rayons vont de gauche à droite)

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,6-1}{1}\left(\frac{1}{-0,1m}-\frac{1}{-0,15m}\right)$$
$$f=-50cm$$

C'est donc une lentille divergente ayant une distance focale de 50 cm.

17. On a (en supposant que les rayons vont de gauche à droite)

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{-30cm}=\frac{1,62-1,33}{1,33}\left(\frac{1}{-10cm}-\frac{1}{R}\right)$$
$$R=18,9cm$$

18. Pour le rouge, on a (en supposant que les rayons vont de gauche à droite)

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,62-1}{1}\left(\frac{1}{30cm}-\frac{1}{-20cm}\right)$$
$$f=19,35cm$$

Pour le mauve, on a (en supposant que les rayons vont de gauche à droite)

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,67-1}{1}\left(\frac{1}{30cm}-\frac{1}{-20cm}\right)$$
$$f=17,91cm$$

La distance entre les foyers est donc de 1,44 cm.

19. Dans l'air, on a

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{15cm}=\frac{1,6-1}{1}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)=\frac{1}{9}cm^{-1}$$

Dans l'eau, on a donc

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,6-1,33}{1,33}\cdot\frac{1}{9}cm^{-1}$$
$$f=44,33cm$$

20. a) On a

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{4m}+\frac{1}{q}=\frac{1}{0,5m}$$
$$q=57,1cm$$

b) Le grandissement est

$$\begin{aligned} m &= \frac{-q}{p} \\ &= -\frac{0,571m}{4m} \\ &= -0,143 \end{aligned}$$

La grandeur de l'image est donc

$$\begin{aligned} y_i &= m \cdot y_0 \\ &= -0,143 \cdot 1cm \\ &= -0,143cm \end{aligned}$$

Il s'agit donc d'une image inversée de 0,143 cm de haut.

21. a) On a

$$\begin{aligned} m &= \frac{y_i}{y_o} \\ &= \frac{-0,5cm}{1cm} \\ &= -0,5 \end{aligned}$$

On a donc

$$m=\frac{-q}{p}$$
$$-0,5=-\frac{q}{2m}$$
$$q=1m$$

b) La distance focale est

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{2m}+\frac{1}{1m}=\frac{1}{f}$$
$$f=66,6cm$$

22. a) Notons premièrement qu'on ne sait pas si l'image est virtuelle ou réelle. Il faudra essayer les deux possibilités. Puisque le grandissement est de +4, on a (avec une image réelle)

$$m=\frac{-q}{p}$$
$$4=-\frac{20cm}{p}$$
$$p=-5cm$$

Cette réponse n'est pas possible puisque p ne peut pas être négatif dans cette situation. Avec une image virtuelle, on a

$$m=\frac{-q}{p}$$
$$4=-\frac{-20cm}{p}$$
$$p=5cm$$

Ce qui est une réponse acceptable. L'objet est donc à 5 cm de la lentille.

b) La distance focale est

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{5cm}+\frac{1}{-20cm}=\frac{1}{f}$$
$$f=6,66cm$$

23. La distance focale de la lentille est

$$\frac{1}{f}=\frac{n_l-n_m}{n_m}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$
$$\frac{1}{f}=\frac{1,5-1}{1}\left(\frac{1}{30cm}-\frac{1}{-25cm}\right)$$
$$f=27,3cm$$

On trouve alors la position de l'image avec

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{40cm}+\frac{1}{q}=\frac{1}{27,3cm}$$
$$q=85,7cm$$

24. a) Avec un grandissement de -3, on a

$$m=\frac{-q}{p}$$
$$-3=-\frac{q}{p}$$
$$q=3p$$

On a donc

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{p}+\frac{1}{3p}=\frac{1}{25cm}$$
$$\frac{1}{p}\left(1+\frac{1}{3}\right)=\frac{1}{25cm}$$
$$p=33,3cm$$

b) Avec un grandissement de +3, on a

$$m = \frac{-q}{p}$$
$$3 = -\frac{q}{p}$$
$$q = -3p$$

On a donc

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{-3p} = \frac{1}{25cm}$$
$$\frac{1}{p}\left(1 - \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{25cm}$$
$$p = 16,7cm$$

25. a) Avec un grandissement de -0,4, on a

$$m = \frac{-q}{p}$$
$$-0,4 = -\frac{q}{p}$$
$$q = 0,4p$$

On a donc

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{0,4p} = \frac{1}{-25cm}$$
$$\frac{1}{p}\left(1 + \frac{1}{0,4}\right) = \frac{1}{-25cm}$$
$$p = -87,5cm$$

C'est donc impossible.

b) Avec un grandissement de +0,4, on a

$$m = \frac{-q}{p}$$
$$0,4 = -\frac{q}{p}$$
$$q = -0,4p$$

On a donc

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{-0,4p} = \frac{1}{-25cm}$$
$$\frac{1}{p}\left(1 - \frac{1}{0,4}\right) = \frac{1}{-25cm}$$
$$p = 37,5cm$$

26. L'équation des lentilles minces donne

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{x} + \frac{1}{2m - x} = \frac{1}{0,4m}$$

La solution de cette équation se trouve avec

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{2m - x} = \frac{1}{0,4m}$$
$$\frac{2m - x}{x(2m - x)} + \frac{x}{x(2m - x)} = \frac{1}{0,4m}$$
$$\frac{2m - x + x}{x(2m - x)} = \frac{1}{0,4m}$$
$$\frac{2m}{x(2m - x)} = \frac{1}{0,4m}$$
$$2m \cdot 0,4m = x(2m - x)$$
$$0,8m^2 = 2m \cdot x - x^2$$
$$x^2 - 2m \cdot x + 0,8m^2 = 0$$

Les solutions de cette équation quadratique sont x = 1,4472 m et x = 0,5528 m.

27. On va traiter une lentille à la fois.

Première lentille

Position de l'image

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{10cm}+\frac{1}{q}=\frac{1}{12cm}$$
$$q=-60cm$$

Grandissement

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{-60cm}{10cm} \\ &= 6 \end{aligned}$$

Deuxième lentille

On utilise l'image de la première lentille comme objet pour la deuxième lentille. Avec une image à 60 cm à gauche de la première lentille, la distance entre cette image et la deuxième lentille est de 90 cm. On a donc p = 90 cm.

Position de l'image

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{90cm}+\frac{1}{q}=\frac{1}{20cm}$$
$$q=25,7cm$$

L'image finale est donc à 25,7 cm à droite de la lentille de droite.

Grandissement

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{-25,7cm}{90cm} \\ &= -0,286 \end{aligned}$$

Le grandissement total est donc

$$\begin{aligned} m_{tot} &= m_1 \cdot m_2 \\ &= 6 \cdot -0,286 \\ &= -1,714 \end{aligned}$$

La grandeur de l'image est donc

$$\begin{aligned} y_i &= my_0 \\ &= -1,714 \cdot 1cm \\ &= -1,714cm \end{aligned}$$

L'image finale est donc inversée et a une grandeur de 1,714 cm.

28. On va traiter une lentille à la fois.

Première lentille

Position de l'image

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{24cm} + \frac{1}{q} = \frac{1}{14cm}$$

$$q = 33,6cm$$

Grandissement

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{-33,6cm}{24cm} \\ &= -1,4 \end{aligned}$$

Deuxième lentille

On utilise l'image de la première lentille comme objet pour la deuxième lentille. Avec une image à 33,6 cm à gauche de la première lentille, la distance entre cette image et la deuxième lentille est de 8,6 cm. Comme l'objet est du côté où la lumière va, la valeur de *p* est négative. On a donc *p* = -8,6 cm.

Position de l'image

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{-8,6cm}+\frac{1}{q}=\frac{1}{-7cm}$$
$$q=-37,625cm$$

L'image finale est donc à 37,625 cm à gauche de la lentille de droite.

Grandissement

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{-37,625cm}{-8,6cm} \\ &= -4,375 \end{aligned}$$

Le grandissement total est donc

$$\begin{aligned} m_{tot} &= m_1 \cdot m_2 \\ &= -1,4 \cdot -4,375 \\ &= 6,125 \end{aligned}$$

La grandeur de l'image est donc

$$\begin{aligned} y_i &= my_0 \\ &= 6,125 \cdot 2cm \\ &= 12,25cm \end{aligned}$$

L'image finale n'est donc pas inversée et a une grandeur de 12,25 cm.

29. On va traiter un objet (lentille ou miroir) à la fois

Premier passage dans la lentille (lumière va vers la droite)

Position de l'image

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{20cm}+\frac{1}{q}=\frac{1}{15cm}$$
$$q=60cm$$

Grandissement

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{60cm}{20cm} \\ &= -3 \end{aligned}$$

Miroir

On utilise l'image de la première lentille comme objet pour le miroir. Avec une image à 60 cm à droite de la lentille, la distance entre cette image et le miroir est de 15 cm. Comme l'objet se retrouve derrière le miroir, la valeur de *p* est négative. On a donc *p* = -15 cm.

Position de l'image

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{-15cm}+\frac{1}{q}=\frac{1}{10cm}$$
$$q=6cm$$

L'image est donc à 6 cm devant le miroir.

Grandissement

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{6cm}{-15cm} \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

Deuxième passage dans la lentille (lumière va vers la gauche)

On utilise l'image du miroir comme objet pour la lentille. Avec une image à 6 cm devant le miroir, la distance entre cette image et le miroir est de 39 cm. On a donc $p = 39$ cm

Position de l'image

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{39cm}+\frac{1}{q}=\frac{1}{15cm}$$
$$q=24,375cm$$

L'image finale est donc à 24,375 cm à gauche de la lentille.

Grandissement

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{24,375cm}{39cm} \\ &= -0,625 \end{aligned}$$

Le grandissement total est donc

$$\begin{aligned} m_{tot} &= m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \\ &= -3 \cdot 0,4 \cdot -0,625 \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

La grandeur de l'image est donc

$$\begin{aligned} y_i &= my_0 \\ &= 0,75 \cdot 2cm \\ &= 1,5cm \end{aligned}$$

L'image finale n'est donc pas inversée et a une grandeur de 1,5 cm.

30. La distance focale équivalente des deux lentilles est

$$\frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$
$$\frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{10cm} + \frac{1}{15cm}$$
$$f_{eq} = 6cm$$

On trouve donc la position de l'image avec

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$
$$\frac{1}{40cm} + \frac{1}{q} = \frac{1}{6cm}$$
$$q = 7,06cm$$

Le grandissement est

$$\begin{aligned} m &= -\frac{q}{p} \\ &= -\frac{7,06cm}{40cm} \\ &= -0,176 \end{aligned}$$

La grandeur de l'image est donc

$$\begin{aligned} y_i &= my_0 \\ &= -0,176 \cdot 3cm \\ &= -0,529cm \end{aligned}$$

L'image est donc inversée et a une grandeur de 0,529 cm.

31. a) La distance est

$$\begin{aligned} p &= f \\ &= 3cm \end{aligned}$$

b) Le grossissement minimal est

$$\begin{aligned} G_{\min} &= \frac{d_{pp}}{f} \\ &= \frac{20cm}{3cm} \\ &= 6,67 \end{aligned}$$

c) La distance est

$$\begin{aligned} p &= \frac{d_{pp} f}{d_{pp} + f} \\ &= \frac{20cm \cdot 3cm}{20cm + 3cm} \\ &= 2,61cm \end{aligned}$$

d) Le grossissement maximal est

$$\begin{aligned} G_{\max} &= 1 + \frac{d_{pp}}{f} \\ &= 1 + \frac{20cm}{3cm} \\ &= 7,67 \end{aligned}$$

32. La puissance des lunettes est

$$\begin{aligned} P_v &= -\frac{1}{d_{pr}} \\ &= -\frac{1}{5m} \\ &= -0,2D \end{aligned}$$

33. La puissance des lunettes est

$$\begin{aligned} P_v &= \frac{1}{d'_{pp}} - \frac{1}{d_{pp}} \\ &= \frac{1}{0,2m} - \frac{1}{0,45m} \\ &= 2,78D \end{aligned}$$

34. a) Cette personne étant myope, la puissance des lunettes est

$$\begin{aligned} P_v &= -\frac{1}{d_{pr}} \\ &= -\frac{1}{2,4m} \\ &= -0,417D \end{aligned}$$

b) Sans lunettes, la puissance d'accommodation est

$$\begin{aligned} P_{acc} &= \frac{1}{d_{pp}} - \frac{1}{d_{pr}} \\ &= \frac{1}{0,18m} - \frac{1}{2,4m} \\ &= 5,139D \end{aligned}$$

Cette puissance reste la même avec des lunettes. On a donc

$$\begin{aligned} P_{acc} &= \frac{1}{d'_{pp}} - \frac{1}{d'_{pr}} \\ 5,139D &= \frac{1}{d'_{pp}} - \frac{1}{\infty} \\ d'_{pp} &= 0,1946m = 19,46cm \end{aligned}$$

Avec ses lunettes, cette personne voit donc bien de 19,46 cm jusqu'à l'infini.

35. a) Cette personne ne voyant pas de près, la puissance des lunettes est

$$\begin{aligned} P_v &= \frac{1}{d'_{pp}} - \frac{1}{d_{pp}} \\ &= \frac{1}{0,25m} - \frac{1}{0,5m} \\ &= 2D \end{aligned}$$

b) Comme la puissance d'accommodation est de 3 D, on a

$$P_{acc} = \frac{1}{d'_{pp}} - \frac{1}{d'_{pr}}$$
$$3D = \frac{1}{0,25m} - \frac{1}{d'_{pr}}$$
$$d'_{pr} = 1m$$

Avec ses lunettes, cette personne voit donc bien de 25 cm jusqu'à 1 m.

36. Avec ses lunettes de 2 D, le punctum proximum est à 45 cm. Trouvons où est le punctum proximum sans lunettes.

$$P_v = \frac{1}{d'_{pp}} - \frac{1}{d_{pp}}$$
$$2D = \frac{1}{0,45m} - \frac{1}{d_{pp}}$$
$$d_{pp} = 4,5m$$

Si on veut ramener le d_{pp} à 25 cm, on doit donc avoir

$$\begin{aligned} P_v &= \frac{1}{d'_{pp}} - \frac{1}{d_{pp}} \\ &= \frac{1}{0,25m} - \frac{1}{4,5m} \\ &= 3,78D \end{aligned}$$