Solutionnaire du chapitre 4

1. Le temps est

$$\begin{aligned}\Delta t &= \frac{\text{distance}}{\text{vitesse}} \\ &= \frac{1,496\times10^{11}m}{299\,792\,458\,\frac{m}{s}} \\ &= 499s \\ &= 8\,\text{min}\,19s\end{aligned}$$

2. La distance est

$$\begin{aligned}\Delta x &= v\Delta t \\ &= 299\,792\,458\,\tfrac{m}{s}\cdot\left(365,25\cdot24\cdot60\cdot60s\right) \\ &= 9,46\times10^{15}m\end{aligned}$$

3. La longueur d'onde est

$$\begin{aligned}\lambda_{\text{substance}} &= \frac{\lambda_{\text{vide}}}{n} \\ &= \frac{500nm}{1,33} \\ &= 375,9nm\end{aligned}$$

4. On trouve l'indice de réfraction avec

$$\begin{aligned}\lambda_{\text{substance}} &= \frac{\lambda_{\text{vide}}}{n} \\ 480nm &= \frac{600nm}{n} \\ n &= 1,25\end{aligned}$$

La vitesse de la lumière est donc

$$\begin{aligned} v &= \frac{c}{n} \\ &= \frac{299\,792\,458 \frac{m}{s}}{1,25} \\ &= 2,4 \times 10^{8} \frac{m}{s} \end{aligned}$$

5. La longueur d'onde est

$$\begin{aligned} c &= \lambda f \\ 3 \times 10^{8} \frac{m}{s} &= \lambda \cdot 10^{15} Hz \\ \lambda &= 3 \times 10^{-7} m = 300 nm \end{aligned}$$

Ce qui est une longueur d'onde correspondant aux ultraviolets.

6. a) La fréquence de l'onde est

$$\begin{aligned} c &= \lambda f \\ 3 \times 10^{8} \frac{m}{s} &= \left(585 \times 10^{-9} m\right) f \\ f &= 5,128 \times 10^{14} Hz \end{aligned}$$

La fréquence reçue par l'observateur est

$$\begin{aligned} f' &= f \frac{c - v_0}{c - v_s} \\ &= \left(5,128 \times 10^{14} Hz\right) \cdot \frac{3 \times 10^{8} \frac{m}{s} - 0 \frac{m}{s}}{3 \times 10^{8} \frac{m}{s} - 3 \times 10^{7} \frac{m}{s}} \\ &= 5,698 \times 10^{14} Hz \end{aligned}$$

Cette fréquence correspond normalement à la longueur d'onde

$$\begin{aligned} c &= \lambda f \\ 3 \times 10^{8} \frac{m}{s} &= \lambda \cdot \left(5,698 \times 10^{14} Hz\right) \\ \lambda &= 526,5 nm \end{aligned}$$

Ce qui correspond à de la lumière verte bleutée.

b) la fréquence reçue par l'observateur est

$$\begin{aligned} f' &= f\,\frac{c-v_0}{c-v_s} \\ &= \left(5{,}128\times10^{14}\,Hz\right)\cdot\frac{3\times10^{8}\,\frac{m}{s}-0\,\frac{m}{s}}{3\times10^{8}\,\frac{m}{s}+3\times10^{7}\,\frac{m}{s}} \\ &= 4{,}662\times10^{14}\,Hz \end{aligned}$$

Cette fréquence correspond normalement à la longueur d'onde

$$\begin{aligned} c &= \lambda f \\ 3\times10^{8}\,\tfrac{m}{s} &= \lambda\cdot\left(4{,}662\times10^{14}\,Hz\right) \\ \lambda &= 643{,}5nm \end{aligned}$$

Ce qui correspond à de la lumière rouge.

7. La fréquence émise est

$$\begin{aligned} c &= \lambda f \\ 3\times10^{8}\,\tfrac{m}{s} &= \left(600\times10^{-9}\,m\right) f \\ f &= 5\times10^{14}\,Hz \end{aligned}$$

La fréquence reçue est

$$\begin{aligned} c &= \lambda f' \\ 3\times10^{8}\,\tfrac{m}{s} &= \left(470\times10^{-9}\,m\right) f' \\ f' &= 6{,}383\times10^{14}\,Hz \end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned} f' &= f\,\frac{c-v_0}{c-v_s} \\ 6{,}383\times10^{14}\,Hx &= \left(5\times10^{14}\,Hz\right)\cdot\frac{3\times10^{8}\,\frac{m}{s}-v_0}{3\times10^{8}\,\frac{m}{s}-0\,\frac{m}{s}} \\ v_0 &= -8{,}3\times10^{7}\,\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

Le signe négatif indique qu'on doit se diriger vers la source. La vitesse d'approche est de 8,3 x 10^7 m/s.

8. On trouve la vitesse avec

$$\begin{aligned} v_{auto} &= \frac{c\Delta f}{2f} \\ &= \frac{3\times 10^8 \frac{m}{s} \times 6000 Hz}{2\times 25\times 10^9 Hz} \\ &= 36 \tfrac{m}{s} \\ &= 129,6 \tfrac{km}{h} \end{aligned}$$