

Solutionnaire du chapitre 10

1. Le temps est

$$\begin{aligned}\Delta t &= \frac{d}{c} \\ &= \frac{15\,000\text{m}}{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \\ &= 5 \times 10^{-5} \text{s} \\ &= 50\mu\text{s}\end{aligned}$$

2. Le temps pour aller de Mars à la Terre est

$$\begin{aligned}\Delta t &= \frac{d}{c} \\ &= \frac{390\,000\,000\,000\text{m}}{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \\ &= 1300\text{s}\end{aligned}$$

On ajoute ensuite les 5 minutes (300 s) pour le temps de réponse et on ajoute ensuite 1300 s pour que l'onde passe de la Terre à Mars. En tout, le temps est de

$$\begin{aligned}\Delta t_{tot} &= 1300\text{s} + 300\text{s} + 1300\text{s} \\ &= 2900\text{s} \\ &= 48 \text{ min } 20 \text{ sec}\end{aligned}$$

3. Le temps total correspond au temps pour aller de l'avion à la borne (qu'on va appeler t), plus le délai de réponse, plus le temps pour aller de la borne à l'avion (qui est aussi t). On a donc

$$64\mu\text{s} = t + 50\mu\text{s} + t$$

Si on isole t dans cette équation, on arrive à $t = 7 \mu\text{s}$. On peut alors trouver la distance avec

$$\Delta t = \frac{d}{c}$$

$$7 \times 10^{-6} \text{ s} = \frac{d}{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$7 \times 10^{-6} \text{ s} \cdot 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = d$$

$$d = 2100 \text{ m}$$

$$d = 2,1 \text{ km}$$

- 4.** Comme le signal parcourt 2 fois la distance entre l'avion et le sol (une fois pour aller au sol et une fois pour revenir à l'avion, on a

$$\Delta t = \frac{d}{c}$$

$$\Delta t = \frac{2h}{c}$$

$$0,832 \times 10^{-6} \text{ s} = \frac{2h}{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$0,832 \times 10^{-6} \text{ s} \cdot 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2h$$

$$249,6 \text{ m} = 2h$$

$$h = 124,8 \text{ m}$$

5. a)

En mettant nos doigts de la main droite dans la direction du champ électrique et en les pliant dans la direction du champ magnétique, notre pouce pointe vers la droite. Cette onde va donc vers la droite.

b) On trouve le champ magnétique avec

$$E = Bc$$

$$45 \frac{\text{N}}{\text{C}} = B \cdot 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$B = 1,5 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Selon la règle de la main droite, ce champ sort de la page.

6. La distance parcourue par la lumière en 1 an est

$$\begin{aligned}
 d &= v\Delta t \\
 &= 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \cdot \left(1 \text{ an} \cdot 365,25 \frac{j}{\text{an}} \cdot 24 \frac{h}{j} \cdot 60 \frac{\text{min}}{h} \cdot 60 \frac{s}{\text{min}} \right) \\
 &= 9,467 \times 10^{15} m
 \end{aligned}$$

7. a) La période est

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{400 \text{ Hz}} = 0,0025 \text{ s}$$

b) La longueur d'onde est

$$\begin{aligned}
 v &= \lambda f \\
 350 \frac{m}{s} &= \lambda \cdot 400 \text{ Hz} \\
 \lambda &= 0,875 \text{ m}
 \end{aligned}$$

8. La longueur d'onde est

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

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

9. a) La période est

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1030 \times 10^6 \text{ Hz}} = 9,709 \times 10^{-10} \text{ s}$$

b) La longueur d'onde est

$$\begin{aligned}
 c &= \lambda f \\
 3 \times 10^8 \frac{m}{s} &= \lambda \cdot 1030 \times 10^6 \text{ Hz} \\
 \lambda &= 0,2913 \text{ m}
 \end{aligned}$$

10. Comme il faut $138,92 \mu\text{s}$ pour 1 NM, la distance est

$$\begin{aligned} d &= \frac{138,92 \mu\text{s}}{12,36 \frac{\mu\text{s}}{\text{NM}}} \\ &= 11,24 \text{NM} \end{aligned}$$

11. Comme la distance est de 15 NM, le temps est

$$\begin{aligned} 15 \text{NM} &= \frac{t}{12,36 \frac{\mu\text{s}}{\text{NM}}} \\ t &= 185,4 \mu\text{s} \end{aligned}$$

12. La portée du signal est

$$\begin{aligned} d &= 1,23 \left(\sqrt{h_{eme}} + \sqrt{h_{rec}} \right) \\ &= 1,23 \left(\sqrt{20\,000} + \sqrt{50} \right) \\ &= 182,6 \text{NM} \end{aligned}$$

13. La portée du signal est

$$\begin{aligned} d &= 1,23 \left(\sqrt{h_{eme}} + \sqrt{h_{rec}} \right) \\ &= 1,23 \left(\sqrt{20\,000} + \sqrt{20\,000} \right) \\ &= 347,9 \text{NM} \end{aligned}$$

14. La fréquence du LORAN C est de 100 kHz. La longueur d'onde

$$\begin{aligned} c &= \lambda f \\ 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} &= \lambda \cdot 100 \times 10^3 \text{ Hz} \\ \lambda &= 3000 \text{m} \end{aligned}$$

Comme la longueur de l'antenne doit être environ la moitié de la longueur d'onde, l'antenne doit avoir une longueur de près de 1500 m.

(En réalité, les antennes n'étaient pas aussi grandes que ça. Quand l'antenne est verticale, les courants induits dans le sol s'organisent pour faire comme s'il y avait une autre antenne de même longueur dans le sol. C'est un peu comme si le sol jouait le rôle d'un miroir et qu'il y avait l'image d'une autre antenne sous le sol. C'est la longueur de l'antenne additionnée de la longueur de son image (qui est identique à celle de l'antenne) qui doit être égale à la moitié de la longueur d'onde. Ainsi l'antenne pouvait avoir une longueur de 750 m pour que tout se passe comme si l'antenne avait une longueur de 1500 m.)

