

Correction – DS 1

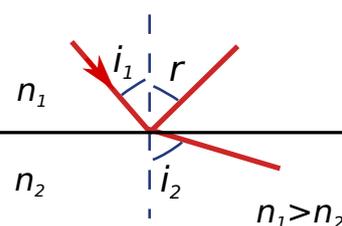
I Questions courtes

I.1 Optique

- 1 - $v = c/n$.
- 2 - Le spectre du visible est compris approximativement entre 400 nm (bleu) et 800 nm (rouge).
- 3 - Relation de Planck-Einstein : $E = h\nu$.
 h est la constante de Planck, $h \simeq 6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Un dioptre est une surface séparant deux milieux d'indices optiques différents.

- 4 - Relation de Snell-Descartes : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$.
Sur le schéma, on prend garde à ce que le rayon réfracté s'éloigne de la normale (passage dans un milieu moins réfringent).



I.2 Signaux et ondes

- 1 - $T = \frac{2\pi}{\omega}$, $\lambda = \frac{2\pi}{k}$, $c = \frac{\lambda}{T}$.
- 2 - Voir correction TD III (chapitre 2 de la partie ondes et signaux).
- 3 - Voir correction TD III (chapitre 2 de la partie ondes et signaux).

II Problème : ondes, sonar, mirages

I.1 – La propagation du son

I.1.a Une onde est la propagation de proche en proche d'une grandeur physique dans un milieu. Elle se fait sans transport macroscopique de matière.

L'amplitude de la grandeur varie en fonction de l'espace et du temps.

À une onde acoustique est associée la variation de pression et de vitesse des couches de fluide.

I.1.b Son milieu de propagation est un milieu matériel (pas de propagation dans le vide). On peut citer les ondes à la surface de l'eau suite à une perturbation, ou les ondes le long d'une corde tendue.

I.1.c Ondes sonores audibles : entre 20 Hz et 20 kHz.

Les ultrasons correspondent à des fréquences supérieures à 20 kHz. Ils sont utilisés dans les sonars, l'échographie, les radars de recul des voitures, les sifflets pour chiens, pour faire fuir certains animaux, etc.

I.1.d La vitesse de propagation de la lumière de l'éclair est de 300 000 km/s, très supérieure à celle du son, et on suppose donc qu'elle est instantanée.

Soit t_0 l'instant d'émission de l'éclair et du son à l'endroit de l'impact.

t_0 est donc aussi l'instant de réception de l'éclair lumineux.

L'instant de réception du tonnerre a lieu à un instant $t_1 = t_0 + \frac{d}{c_{\text{air}}}$.

D'après le texte $d = \frac{t_1 - t_0}{3}$ avec d en km et $t_1 - t_0$ en secondes.

On a donc par identification, $c_{\text{air}} = 1000/3 = 333 \text{ m/s}$.

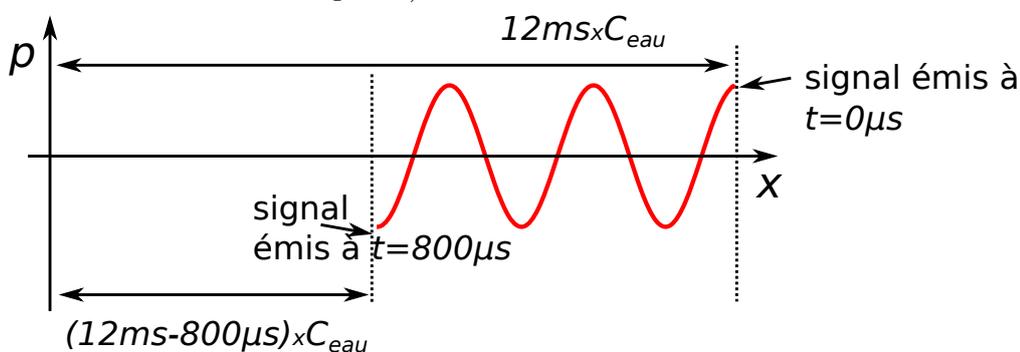
I.2.a Le sonar émet une onde sonore, s'il y a présence d'un objet ou obstacle à l'avant du sonar alors l'onde est réfléchiée et revient vers le sonar. Le sonar enregistre l'onde reçue. Du temps mis par la propagation on en déduit la distance entre l'objet et l'obstacle.

I.2.b Le second sous-marin se situe à une distance $L = \frac{\Delta t_e \times c_{\text{mer}}}{2} = 29.1 \text{ m}$.

I.2.c On a 2.5 périodes dans l'intervalle Δt_i . Donc $T = \frac{\Delta t_i}{2.5}$, puis $f = \frac{2.5}{\Delta t_i} = 3.13 \text{ kHz}$.

I.2.d La longueur spatiale du signal est $\Delta x = c_{\text{mer}} \times \Delta t_i = 1.2 \text{ m}$.

I.2.e À l'instant $t_1 = 12 \text{ ms}$ le signal s'étend de $x = (t_1 - \Delta t_i) \times c_{\text{eau}} = 16.8 \text{ m}$ (fin de l'impulsion, c'est le dernier minimum à $t = \Delta t_i$ de la figure 2) jusqu'à $x = t_1 \times c_{\text{eau}} = 18 \text{ m}$ (début de l'impulsion, c'est le premier maximum à $t = 0$ de la figure 2).



I.2.f Même chose que la figure 2 du sujet, mais décalé dans le temps : le signal commence à $t = L/c_{\text{mer}} = 19.4 \text{ ms}$ et se termine $800 \mu\text{s}$ plus tard.

I.3.a On trouve $c_0 = 347.0 \text{ m/s}$.

I.3.b $c_0 = \sqrt{\frac{\gamma RT_0}{M}}$. On note $T = T_0 + \Delta T$ et $c = c_0 + \Delta c$.

$$\text{On a donc } c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} = \sqrt{\frac{\gamma R(T_0 + \Delta T)}{M}} = \sqrt{\frac{\gamma RT_0}{M}} \sqrt{1 + \frac{\Delta T}{T_0}} = \sqrt{\frac{\gamma RT_0}{M}} \left(1 + \frac{\Delta T}{2T_0}\right) = c_0 \left(1 + \frac{\Delta T}{2T_0}\right).$$

D'où $\Delta c = c_0 \times \frac{\Delta T}{2T_0}$. On trouve 0.6 m/s pour $\Delta T = 1 \text{ K}$.

I.3.c Il fait plus froid en haut que proche du sol. La vitesse du son est donc plus faible en haut, plus grande proche du sol. Il en résulte que les "rayons" sonores sont incurvés comme sur le schéma ci-dessous.

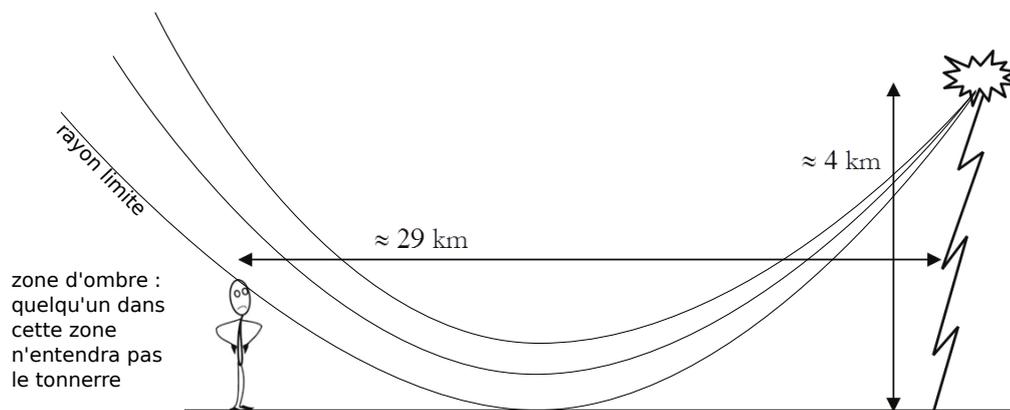


FIGURE 4 – Un orage silencieux