AE 2.

Devoir n°3 : sons et ultrasons. Correction

Ex1 1. $n = 3000 \text{ tr/min} = \frac{3000}{60} \text{ tr/s} = \boxed{50 \text{ tr/s}}$

2. en 1 s, le disque fait 50 tours, et le jet voit défiler $50 \times 20 = 1000$ trous (donc 1000 successions trous-disque)

en T s (T la période), le jet voit 1 succession.

$1 \text{ s} \leftrightarrow 1000$

$T \text{ s} \leftrightarrow 1$

donc $1000 \times T = 1 \times 1 \Rightarrow T = \frac{1}{1000} \text{ s} = \boxed{1 \text{ ms}}$

3. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1 \cdot 10^{-3}} = \boxed{1 \text{ kHz}}$

4. $20 \text{ Hz} \leq f \leq 20 \text{ kHz} \rightarrow$ le son est audible.

5. Quand la vitesse de rotation n croît, la période T diminue ($T = \frac{1}{20 \times n}$) avec n en tr/s et donc la fréquence $f = \frac{1}{T} = 20 \times n$ augmente

$\Rightarrow$ le son devient plus aigu.

Ex2 1. Le son se propageant plus rapidement dans l'eau que dans l'air ($c_{eau} > c_{air}$), le micro dans l'eau détecte le bruit le premier.

2. Pour parcourir la distance d à la vitesse c, le son met le temps $t = \frac{d}{c}$

donc dans l'eau $\boxed{t_{eau} = \frac{d}{c_{eau}}}$ et dans l'air $\boxed{t_{air} = \frac{d}{c_{air}}}$

3. $\Delta t = t_{air} - t_{eau} = \boxed{d\left(\frac{1}{c_{air}} - \frac{1}{c_{eau}}\right)}$

4. $d = \frac{\Delta t}{\frac{1}{c_{air}} - \frac{1}{c_{eau}}} = \frac{2,5}{\frac{1}{340} - \frac{1}{1500}} = \boxed{1\,100 \text{ m}}$

Ex3 1. Les niveaux sonores ne s'additionnent pas arithmétiquement donc

$L_{resultat} \neq L_1 + L_2 = 48 + 57 = 105 \text{ dB}$.

2. Pour calculer $L_{resultat}$, on calcule I_1 et I_2 les intensités sonores de chacun des bruits : $I_1 = I_0\, 10^{\frac{L_1}{10}} = 10^{-12} \times 10^{4,8} = 10^{-7,2} = 6,3 \cdot 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

$I_2 = I_0\, 10^{\frac{L_2}{10}} = 10^{-12} \times 10^{5,7} = 10^{-6,3} = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

donc $I_{resultat} = I_1 + I_2 = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

et $L_{resultat} = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{5,6 \cdot 10^{-7}}{10^{-12}}\right) = 10 \log(5,6 \cdot 10^{5})$

$= \boxed{57,5 \text{ dB}}$

3. Ce niveau sonore, comparable à celui d'une machine à laver, est peu gênant

Ex4 1. Il s'agit de l'effet Doppler.

2. L'objet sur lequel se réfléchi l'onde se rapproche de la source sonore. Il y a par conséquent compression des ondes sonores : la longueur d'onde devient plus courte, et donc la fréquence plus grande : $f' > f$.

3. Pour faire un aller retour source-objet-recepteur, à la vitesse de propagation c, le son met le temps $\boxed{\tau = \frac{2d}{c}}$ si d est la distance source-objet à $t = 0$

4. A $t = \tau$, la distance source-objet est de $d - v \times T$. Donc la durée pour effectuer l'aller retour est $\boxed{\tau' = \frac{2(d - v \times T)}{c}}$

5. La période T' du son reçu correspond donc à la somme de la période du son T et de la différence $\tau' - \tau$, différence des durées mises par les fins et débuts de période du son émis : $\boxed{T' = T + \tau' - \tau}$

d'où $T' - T = \tau' - \tau$

6. on a donc $T' = T + \cancel{\frac{2d}{c}} - \frac{2vT}{c} - \cancel{\frac{2d}{c}} = T - \frac{2vT}{c} = T\left(1 - \frac{2v}{c}\right)$

$f' = \frac{1}{T'} = \frac{1}{T} \frac{1}{1 - \frac{2v}{c}}$ d'où $\boxed{f' = \frac{f}{1 - \frac{2v}{c}}}$

7. $d = c \times T = 3 \times 10^8 \times \frac{1}{10 \times 10^9} = 3 \times 10^8 \times 10^{-10} = 3 \times 10^{-2}\ m = \boxed{3\ cm}$

8. $f'\left(1 - \frac{2v}{c}\right) = f = f' - 2f'\frac{v}{c} \Rightarrow \frac{2f'v}{c} = f' - f$

et $v = \frac{c}{2} \frac{f' - f}{f'}$

$f' - f = 2,5\ kHz = 2\,500\ Hz$

$f' = f + 2\,500 \simeq f = 10 \times 10^9\ Hz = 10^{10}\ Hz$

d'où $v = \frac{3 \times 10^8}{2} \times \frac{2\,500}{10^{10}} = \frac{3}{2} \times 25\ m.s^{-1} = 37,5\ m.s^{-1} = 37,5 \times \frac{3600}{1000}\ km.h^{-1}$

$\boxed{v = 135\ km.h^{-1}}$

9. Avec une incertitude de 7 km.h⁻¹, la vitesse v sera ramenée à $128\ km.h^{-1} < 130\ km.h^{-1} \Rightarrow$ Le véhicule n'est pas en infraction !