Vendredi 3 octobre 2025 Term Spé

- DST n°1 Correction -

<u>Exercice 1 : Diffraction et interférences (7pts)</u>

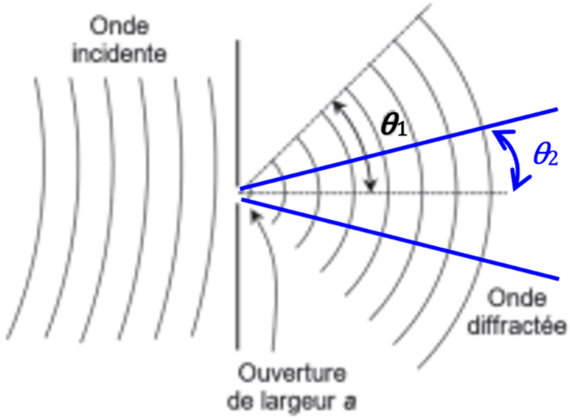
Q1. (0,75pt) On a $\theta = \frac{\lambda}{a}$ et $\lambda = \frac{v}{f}$ donc $\theta = \frac{v}{f \times a}$

Q2. (0,5pt) On a $\theta_1 = \frac{v}{f_1 \times a} = \frac{343}{440 \times 1,0} = 0,78\ rad = 45\ °$

(0,5pt) On a aussi : $\theta_2 = \frac{v}{f_2 \times a} = \frac{343}{1760 \times 1,0} = 0,19\ rad = 11\ °$

<u>Remarque</u> : pour passer des rad au degré, il faut faire $\Theta(rad) = \theta(\deg) \times \frac{180}{\pi}$

Q3. (0,5pt) Le schéma est le suivant :



(0,5pt) Les sons aigus ont une fréquence *f* plus élevée. Donc un angle d'ouverture plus petit.

(0,25pt) Ils ne sont donc pas perçus sur le côté, position qui correspond à une valeur élevée de l'angle d'ouverture.

Q4. (1pt) On mesure :

i_1 = (–3,0 – (–5,9)) = 2,9 cm i_2 = (0 – (–3,0)) = 3,0 cm

i_3 = (2,7 – 0) = 2,7 cm i_4 = (5,9 – 2,7) = 3,2 cm

(0,5pt) On calcule la moyenne $i = \frac{2,9+3,0+2,7+3,2}{4} = 3,0\ cm$.

Q5. (0,5pt) Les interférences sont constructives si la différence de marche δ est $\delta = k \times \lambda$

(0,5pt) Or $\delta = E2R - E1R \rightarrow \frac{e \times x}{D} = k \times \lambda \rightarrow x = \frac{k\lambda D}{e}$

Q6. (0,75pt) On a : $i = \frac{\lambda.D}{e}$ → $i = \frac{\frac{v}{f}.D}{e}$ → $i.e = \frac{v}{f}.D$ → $f = \frac{v}{i.e}.D$

(0,5pt) $f = \frac{343}{2,95 \times 10^{-2} \times 0,15} \times 0,50 = 3,9 \times 10^4$ Hz = 39 kHz

(0,25pt) On trouve une valeur de fréquence supérieure à 20 kHz, ce qui correspond bien à des ultrasons.

Exercice 2 : Les ondes sonores (5,5pts)

Q1. (1pt) On a : $L_{1,avec} = 10 \log\left(\frac{I_{1,avec}}{I_0}\right) \rightarrow L_{1,avec} = 10 \log\left(\frac{0,10}{1,0 \times 10^{-12}}\right) = 110 \text{ dB}$

Q2. (0,75pt) En utilisant la figure 2, on apprend que l'observateur encourt un risque car à 107 dB, la durée maximale d'exposition est 1 min et donc à 110 dB la durée d'exposition doit être encore plus courte.

Q3. (0,5pt) $A_{avec} = L_{1,sans} - L_{1,avec} = 180 \text{ dB} - 110 \text{ dB} = 70 \text{ dB}$

Q4. (0,5pt) On veut $L_{2,sans} = 95 \text{ dB}$, or $L_{1,sans} = 180 \text{ dB}$, il faut donc que l'atténuation géométrique due à la distance soit de 180– 95 = 85 dB.

D'après l'énoncé, $A_{d1d2} = 20 \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right) = L_2 - L_1$

<u>Remarque</u> : dans le sujet, il y avait une coquille : la formule écrite était $A_{d_1d_2} = 10 \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$
Cela change les résultats suivants… on trouve d = 3,16.10^5 km

(1,5pt) Donc $\log\left(\frac{d_2}{d_1}\right) = \frac{L_2 - L_1}{20} \Leftrightarrow \frac{d_2}{d_1} = 10^{\frac{L_2-L_1}{20}} \Leftrightarrow d_2 = d_1 \cdot 10^{\frac{L_2-L_1}{20}}$

(0,5pt) Ainsi : $d_2 = 1,0 \times 10^{\frac{180-95}{20}} = 1,8 \times 10^4 \text{m}$ soit 18 km.

Q5. (0,75pt) En utilisant le résultat de Q4., on en déduit qu'à Carapa situé à 18 km du site de lancement, le niveau sonore reçu sans mur d'eau serait de 95 dB, ce qui causerait des dommages à partir de 15 minutes d'exposition par jour. Mais comme le décollage dure moins de 15 minutes et qu'il n'y a pas de décollage tous les jours, le mur d'eau n'a pas un grand intérêt si loin du pas de tir.
Si on reprend l'atténuation due au mur d'eau (70 dB), le niveau sonore (dû au décollage) reçu à Carapa serait de 25 dB soit à peine perceptible.
A cause de l'erreur d'énoncé, on trouve que le mur d'eau est terriblement efficace bien entendu !!

Exercice 3 : L'effet Doppler (7,5pts)

Q1. (0,5pt) L'effet Doppler consiste en une modification de la fréquence reçue par un récepteur quand la source émettrice et le récepteur sont en mouvement relatifs.

Q2. (1pt) $f_{reçue} = \frac{f_{émise}}{1 - \frac{v}{c}}$ est bien homogène :

D'une part $[f_{reçue}] = T^{-1}$ D'autre part, $\left[\frac{f_{émise}}{1-\frac{v}{c}}\right] = \frac{[f_{émise}]}{\left[\frac{v}{c}\right]} = \frac{T^{-1}}{\frac{L.T^{-1}}{L.T^{-1}}} = T^{-1}$

Les deux termes ont bien la même dimension.

(1pt) De plus, concernant le dénominateur $1 - \frac{v}{c}$: $v < c$ donc $\frac{v}{c} < 1$ donc $0 < 1 - \frac{v}{c} < 1$.
Ainsi $f_{reçue} > f_{émise}$: la fréquence reçue est plus grande que la fréquence émise.

Q3. (0,25pt) Le sujet indique qu'Andromède a une vitesse radiale de 300 km.s^{-1}

(0,25pt) ainsi $x = \frac{v}{c}$ devient $x = \frac{300 \times 10^3}{3{,}0 \times 10^8} = 1{,}0 \times 10^{-3}$,

(0,25pt) C'est une valeur très petite devant 1. Malgré une valeur très élevée, la vitesse de la galaxie d'Andromède est négligeable devant celle de la lumière.

Q4. (0,5pt) Par définition du décalage Doppler et l'utilisation de la relation de Q2 :

$$\delta f = f_{reçue} - f_{émise} = \frac{f_{émise}}{1 - \frac{v}{c}} - f_{émise} .$$

Or, d'après la question Q3, on peut écrire : $\frac{1}{1 - \frac{v}{c}} \approx 1 + \frac{v}{c}$

(0,5pt) On obtient $\delta f \approx f_{émise} \times \left(1 + \frac{v}{c}\right) - f_{émise} = f_{émise} \times \frac{v}{c}$.

Q5. Il nous manque la valeur de $f_{émise}$ pour calculer $\delta f \approx f_{émise} \times \frac{v}{c}$

(0,25pt) On peut écrire $\lambda_0 = \frac{c}{f_{émise}} \Leftrightarrow f_{émise} = \frac{c}{\lambda_0}$.

(0,25pt) Ainsi $\delta f \approx \frac{c}{\lambda_0} \times \frac{v}{c} = \frac{v}{\lambda_0}$

(0,5pt) donc $\delta f \approx \frac{300 \times 10^3}{656{,}3 \times 10^{-9}} = 4{,}57 \times 10^{11} \text{Hz}$.

Q6. (0,5pt) Pour l'onde reçue sur Terre, $\lambda = \frac{c}{f_{reçue}} = \frac{c}{f_{émise} + \delta f}$ par définition du décalage Doppler.

(0,75pt) Ainsi $\lambda = \frac{c}{\frac{c}{\lambda_0} + \delta f}$ donc $\lambda = \frac{3{,}0 \times 10^8}{\frac{3{,}0 \times 10^8}{656{,}3 \times 10^{-9}} + 4{,}57 \times 10^{11}} = 6{,}556 \times 10^{-7}\,\text{m}$ soit 655,6 nm.

(0,25pt) La longueur d'onde reçue λ est donc inférieure à la longueur d'onde émise λ_0 .

Q7. (0,25pt) Dans le cas d'une source qui s'éloigne du récepteur, le décalage Doppler $\delta f = f_{reçue} - f_{émise}$ devient négatif ($f_{reçue} < f_{émise}$).

(0,25pt) Si la fréquence est plus basse, et comme $\lambda = \frac{c}{f}$ alors la longueur d'onde augmente.

(0,25pt) La longueur d'onde reçue est supérieure à celle émise d'où un décalage vers les grandes longueurs d'onde : on parle de « redshift » car le rouge se situe dans les grandes longueurs d'onde (du visible).