QCM

1 La proposition A n'est pas une bonne réponse car ce n'est pas le bon résultat du calcul.
La proposition B n'est pas une bonne réponse car ce n'est pas le bon résultat du calcul.
La proposition C est une bonne réponse. En effet :

$$L = 10\log\frac{I}{I_0} = 10\log\frac{5{,}9\times10^{-7}}{1{,}0\times10^{-12}} = 58\text{ dB}$$

2 La proposition A est une bonne réponse car, en calculant l'intensité sonore à partir de la relation $I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}}$, on a

$$I = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{\frac{104}{10}} = 2{,}5\times10^{-2}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$$

La proposition B n'est pas une bonne réponse car ce n'est pas le bon résultat du calcul.
La proposition C n'est pas une bonne réponse car $I = 10^{-12}\times10^{\frac{104}{10}}$.

7 La proposition A n'est pas une bonne réponse car cela correspond seulement au décalage Doppler, et non à la fréquence perçue.
La proposition B n'est pas une bonne réponse car cela correspond à la fréquence perçue quand l'onde se rapproche
La proposition C est une bonne réponse. Il faut d'abord calculer le décalage Doppler :

$$\Delta f = \frac{f_e\cdot v}{c} = \frac{40\,000\times20{,}0}{340} = 2{,}35\text{ kHz}.$$

Comme la source s'éloigne, il faut soustraire le décalage Doppler à la fréquence de l'émetteur pour connaître la fréquence perçue f_R (le son perçu est plus grave) :

$$f_R = f_e - \Delta f$$

AN : $f_R = 40{,}0 - 2{,}35 = 37{,}6$ kHz (on ne conserve que 3 chiffres significatifs).

8 **1. a.** On doit effectuer la mesure du niveau d'intensité sonore avec un sonomètre.
b. Calculons l'intensité sonore associée à N guitares de niveau sonore de 75 dB :

$$I = I_0\cdot10^{\frac{L}{10}}$$

AN : $I = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{\frac{75}{10}} = 3{,}2\times10^{-5}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$
À un niveau sonore d'une seule guitare à 65 dB correspond l'intensité sonore :

$$I' = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{\frac{65}{10}} = 3{,}2\times10^{-6}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}.$$

On effectue le quotient des intensités pour connaître le nombre de guitares jouant ensemble :

$$N = \frac{I}{I'} = \frac{3{,}2\times10^{-5}}{3{,}2\times10^{-6}} = 10$$

Il y a donc 10 guitares qui jouent ensemble.

2. Il faut d'abord calculer l'intensité sonore d'un triangle de 50 dB :

$$I'' = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{\frac{50}{10}} = 1{,}0\times10^{-7}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$$

Si l'on ajoute cette intensité à l'intensité des 10 guitares $I = 3{,}2\times10^{-5}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$:

$$I + I'' = 3{,}2\times10^{-5} + 1{,}0\times10^{-7} = 3{,}21\times10^{-5}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$$

Le niveau d'intensité sonore associé vaut alors :

$$L' = 10\log\left(\frac{I+I''}{I_0}\right)$$

AN : $L' = 10\log\left(\frac{3{,}21\times10^{-5}}{1{,}0\times10^{-12}}\right) \approx 75$ dB

L'intensité sonore du triangle ne modifie pas grandement le niveau d'intensité sonore total. On dit qu'elle est négligeable.

3 Calculer un niveau d'intensité sonore

1. Le niveau d'intensité sonore est :

$L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ soit $L = 10\log\left(\frac{1{,}2\times10^{-7}\ \text{W·m}^{-2}}{1{,}0\times10^{-12}\ \text{W·m}^{-2}}\right)$

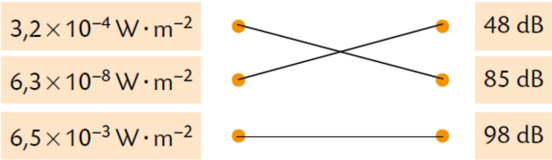
$L = 51$ dB.

2. De même, on a $L = 79$ dB.

3. De même, on a $L = 94$ dB.

4 Relier *L* et *I*

1. Plus l'intensité sonore I augmente, plus le niveau sonore L augmente ; donc on peut relier L et I sans calcul par :



2. Le niveau d'intensité sonore est :

$L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10\log\left(\frac{3{,}2\times10^{-4}\ \text{W·m}^{-2}}{1{,}0\times10^{-12}\ \text{W·m}^{-2}}\right)$

soit $L = 85$ dB.

10 **1.** Calculons l'intensité sonore associée au niveau sonore de 83 dB :

$I_1 = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}}$

AN : $I_1 = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{\frac{83}{10}} = 2{,}0\times10^{-4}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Pour le niveau sonore d'une guitare à 82 dB, l'intensité sonore vaut :

$I_2 = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}}$

AN : $I_2 = 1{,}0\times10^{-12}\times10^{\frac{82}{10}} = 1{,}6\times10^{-4}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$.

2. a. Les intensités sonores s'ajoutent :

$I_{tot} = 2{,}0\times10^{-4} + 2\times1{,}6\times10^{-4} = 5{,}2\times10^{-4}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

Le niveau d'intensité sonore vaut donc :

$L = 10\log\frac{I_{tot}}{I_0}$

AN : $L = 10\log\frac{5{,}2\times10^{-4}}{1{,}0\times10^{-12}} = 87{,}2$ dB

b. Le niveau d'intensité sonore dépasse la valeur limite fixée par le Code du travail. L'entreprise est en infraction.

7 Exploiter une atténuation

Avec le casque antibruit, le niveau d'intensité sonore ressenti devient :

$L = 95\ \text{dB} - 33\ \text{dB} = 62$ dB.

Avec les bouchons d'oreilles, le niveau d'intensité sonore ressenti devient :

$L = 95\ \text{dB} - 26\ \text{dB} = 69$ dB.

12 Identifier une expression (1)

1. Le décalage Doppler Δf s'exprime en Hz.

Dans le cas où l'émetteur et le récepteur s'éloignent l'un de l'autre, le signe du décalage Doppler est négatif : $\Delta f < 0$.

2. • Relation a : Il y a homogénéité dans les unités. Comme $\Delta f < 0$, il faut que le membre de droite de l'égalité soit aussi négatif ; c'est bien le cas.

• Relation b : Il y a homogénéité dans les unités. Le membre de droite de l'égalité n'est pas négatif car $v_{son} > v$. Ce n'est pas la bonne relation.

• Relations c et d : Il n'y a pas d'homogénéité dans les unités ; ces relations sont fausses.

La bonne relation est la a.

14 Calculer une valeur de vitesse

La valeur de la vitesse du véhicule est donnée par :

$v = \frac{c\times\Delta f}{2\times\cos\alpha\times f_E}$.

Donc $v = \frac{3{,}00\times10^{8}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}\times6{,}451\times10^{3}\ \text{Hz}}{2\times\cos(20°)\times3{,}40\times10^{10}\ \text{Hz}}$

soit $v = 30\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

15 Calculer un décalage Doppler

Erratum : erreur dans le spécimen corrigé dans le manuel de l'élève.

Dans une telle situation, la valeur du décalage Doppler est donnée par :

$\Delta f = -f_E \times \frac{v}{v_{son} + v}$.

Soit $\Delta f = -435\ \text{Hz} \times \frac{80\times\frac{10^3}{3\,600}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{345\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1} + 80\times\frac{10^3}{3\,600}\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$

D'où $\Delta f = -26$ Hz.

20 **1.** 200 battements par seconde correspondent à une fréquence des battements égale à 200 Hz.

On peut calculer le décalage Doppler : $\Delta f = \frac{f\cdot v}{c}$.

AN : $\Delta f = \frac{200\times7}{340} = 4{,}1$ Hz

La fréquence du son perçu lorsqu'il se rapproche est donc :

$$f + \Delta f = 200 + 4 = 204\ \text{Hz}$$

2. Si un autre bourdon vole à la même vitesse à côté de lui, il est comme immobile par rapport à celui-ci, il perçoit donc la même fréquence, soit 200 Hz.

19 Connaître les critères de réussite
Au son de la corne de brume

1. Le niveau d'intensité sonore est donné par :

$L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$.

Donc $\frac{L}{10} = \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$.

En utilisant la réciproque de la fonction logarithme, on obtient :

$\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$. Et finalement : $I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$.

Donc $I = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}} \times 10^{\frac{115\ \mathrm{dB}}{10\ \mathrm{dB}}}$

soit $I = 3{,}2 \times 10^{-1}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$.

2. a. Le niveau d'intensité sonore à 50 m de la corne de brume est donné par :

$L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$. Donc $L = 10\log\left(\frac{1{,}0\times10^{-4}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}}{1{,}0\times10^{-12}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}}\right)$

soit $L = 80$ dB.

b. L'atténuation géométrique du signal est $A = L_{\text{proche}} - L_{\text{éloigné}}$ donc $A = 115$ dB $- 80$ dB soit $A = 35$ dB.

21 Enceinte Bluetooth

1. L'intensité sonore I du son perçu par une personne située à 1,0 m de l'enceinte est $I = \frac{P}{S}$.

Donc $I = \dfrac{0{,}12\ \mathrm{W}}{\dfrac{4\pi \times 1{,}0^2\ \mathrm{m^2}}{2}} = 1{,}9 \times 10^{-2}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}$.

2. Le niveau d'intensité sonore est : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$.

Donc $L = 10\log\left(\frac{1{,}9\times10^{-2}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}}{1{,}0\times10^{-12}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}}\right) = 103$ dB.

3. À 2,0 m de l'enceinte, l'intensité sonore du son perçu sera $I' = \frac{P}{S'}$.

Soit $I' = \dfrac{0{,}12\ \mathrm{W}}{\dfrac{4\pi \times 2{,}0^2\ \mathrm{m^2}}{2}} = 4{,}8 \times 10^{-3}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}$.

Le niveau d'intensité sonore sera : $L' = 10\log\left(\frac{I'}{I_0}\right)$

soit $L' = 10\log\left(\frac{4{,}8\times10^{-3}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}}{1{,}0\times10^{-12}\ \mathrm{W\cdot m^{-2}}}\right) = 97$ dB.

24 Détermination par effet Doppler de la vitesse d'éloignement d'un émetteur

1. D'après la relation entre la valeur de vitesse, la distance parcourue et la durée de parcours : $t_2 = \frac{d}{v_{\text{onde}}}$.

2. a. De même, $d_E = v_E \times T_E$.

b. La distance qui sépare E et R est :

$d_3 = d + d_E = d + v_E \times T_E$.

c. $t_4 = T_E + \frac{d_3}{v_{\text{onde}}} = T_E + \frac{d + v_E \times T_E}{v_{\text{onde}}}$

3. $T_R = t_4 - t_2$ soit :

$T_R = T_E + \frac{d + v_E \times T_E}{v_{\text{onde}}} - \frac{d}{v_{\text{onde}}} = T_E + \frac{v_E \times T_E}{v_{\text{onde}}} = T_E \times \left(1 + \frac{v_E}{v_{\text{onde}}}\right)$

C'est la période de l'onde reçue.

4. a. On déduit de la relation précédente : $\frac{1}{f_R} = \frac{1}{f_E} \times \left(1 + \frac{v_E}{v_{\text{onde}}}\right)$

d'où $f_E = f_R \times \left(1 + \frac{v_E}{v_{\text{onde}}}\right)$ soit $f_E = f_R \times \frac{v_{\text{onde}} + v_E}{v_{\text{onde}}}$.

b. L'expression précédente conduit à :

$f_E \times v_{\text{onde}} = f_R \times (v_{\text{onde}} + v_E)$

d'où $\frac{f_E \times v_{\text{onde}}}{f_R} = v_{\text{onde}} + v_E$ soit $v_E = \frac{f_E \times v_{\text{onde}}}{f_R} - v_{\text{onde}}$.

Finalement : $v_E = v_{\text{onde}} \times \left(\frac{f_E}{f_R} - 1\right) = v_{\text{onde}} \times \frac{f_E - f_R}{f_R}$.

26 Contrôle de vitesse

1. a. Le cinémomètre (radar) émet une onde qui est réfléchie par la voiture en mouvement. L'effet Doppler se produit deux fois ; une première fois lorsque l'onde rencontre la voiture qui joue alors le rôle de récepteur, puis une seconde fois lorsqu'une onde réfléchie est « émise » par la voiture qui joue alors le rôle d'émetteur de l'onde réfléchie.

b. La voiture se rapproche du cinémomètre, donc $f_R > f_E$.

2. On exploite le document pour déterminer ces fréquences : la plus petite est f_E donc $f_E = 40{,}000$ kHz et par conséquent $f_R = 40{,}280$ kHz.

3. Les relations a et b ne sont pas homogènes ; elles sont donc fausses.

De plus, on doit avoir $f_R > f_E$ or, dans la relation c, $\left(1 - \frac{2v}{v_S}\right) < 1$, ce qui conduit à $f_R < f_E$. Donc la relation c est fausse.

La seule relation juste est donc la relation d car elle est homogène et donne le bon signe, et $\frac{2v}{v_S} + 1 > 1$, ce qui conduit à $f_R > f_E$.

Donc $f_R = f_E \times \left(\frac{2v}{v_S} + 1\right)$.

4. La valeur de la vitesse v de l'objet est déterminée à partir de la relation d : $f_R = f_E \times \left(\frac{2v}{v_S} + 1\right)$,

d'où $\frac{2v}{v_S} = \frac{f_R}{f_E} - 1$ et donc $v = \frac{v_S}{2} \times \left(\frac{f_R}{f_E} - 1\right)$.

D'où $v = \frac{340\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}}{2} \times \left(\frac{40{,}280\ \mathrm{kHz}}{40{,}000\ \mathrm{kHz}} - 1\right)$, soit $v = 1{,}19\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$

5. a. La valeur de la vitesse de l'objet obtenue par vidéo est le coefficient directeur de la droite représentant la distance parcourue en fonction du temps :

$v_{\text{vidéo}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0{,}26\ \mathrm{m} - 0\ \mathrm{m}}{0{,}24\ \mathrm{s} - 0\ \mathrm{s}}$ soit $v_{\text{vidéo}} = 1{,}1\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

b. Les valeurs de vitesse obtenues par les deux méthodes sont en accord entre elles.