

Nom : **Prénom :** **Note :** /20

Durée : 55 minutes. La plupart des réponses devront être justifiées. **Rendre l'énoncé avec la copie et émarginer (sinon 0) et tenir compte des chiffres significatifs (sinon -0.5).**

Exercice n°1 : Doppler (7 points) : 22 minutes

L'inspecteur Clouseau doit déterminer la vitesse d'un fuyard. Le fuyard est parti avec une ambulance, sirène hurlante. Par chance, un témoin a enregistré la fuite avec son téléphone portable. L'ambulance munie d'une sirène se déplace vers la droite à la vitesse V inférieure à c (vitesse du son dans l'air). La sirène retentit et émet un son de fréquence $f = 680$ Hz dans l'ambulance.

1. Le véhicule se rapproche d'un observateur immobile :

Pendant l'intervalle de temps T , le son parcourt la distance λ . Pendant ce temps, le véhicule parcourt la distance $d = V \times T$. La longueur d'onde λ' perçue par l'observateur à droite de la source S a donc l'expression suivante : $\lambda' = \lambda - V \times T$ (1)



1.1°) Rappeler la relation générale liant la vitesse de propagation de l'onde notée c , la longueur d'onde notée λ et la fréquence notée f .

1.2°) En déduire que la relation (1) peut s'écrire :

$$f' = f \cdot \frac{c}{c - V}$$

(f' étant la fréquence sonore perçue par l'observateur) (Faire une démonstration détaillée).

1.1) Sav/0,5
1.2) sav, réal/1,5
1.3) ana/1

1.3°) Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine ? Justifier.

2. Dans un deuxième temps, le véhicule s'éloigne de l'observateur à la même vitesse V :

2.1°) Donner, sans démonstration, les expressions de la nouvelle longueur d'onde λ'' et de la nouvelle fréquence f'' perçues par l'observateur en fonction de f , V et c .

2.2°) Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine ? Justifier.

2.1) Ana/1
2.2) Ana/1
2.3) Ana, Real/2

3. Exprimer, puis estimer en $\text{km} \times \text{h}^{-1}$, en arrondissant les valeurs à des nombres entiers, la vitesse du véhicule qui se rapproche de l'observateur sachant que ce dernier perçoit alors un son de fréquence $f' = 716$ Hz (formule littérale et calcul détaillé obligatoire).

Exercice n°2 : Attention à vos oreilles (7 pts) (22 minutes)

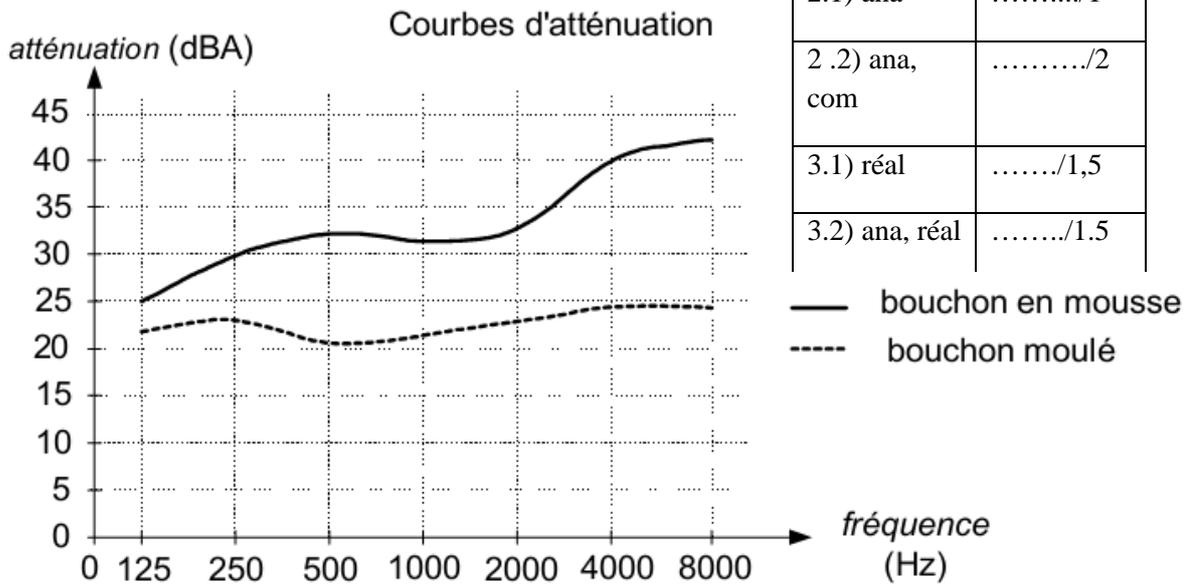
Nos oreilles sont fragiles. Une trop grande intensité sonore peut les endommager de façon irréversible. Pour prévenir ce risque, il existe des protections auditives de natures différentes selon leur type d'utilisation.

On peut distinguer, par exemple, deux catégories de bouchons d'oreilles :

- Les bouchons en mousse (ou les boules en cire), à usage domestique. Ce sont largement les plus courants. Ils sont généralement jetables, de faible coût et permettent de s'isoler du bruit. Ils restituent un son sourd et fortement atténué.
- Les bouchons moulés en silicone, utilisés par les musiciens. Ils sont fabriqués sur mesure et nécessitent la prise d'empreinte du conduit auditif. Ils sont lavables à l'eau et se conservent plusieurs années. Ils conservent la qualité du son. Leur prix est relativement élevé.

On s'intéresse ici à la qualité du son perçu par un auditeur muni de protections auditives. Sur un document publicitaire, un fabricant fournit les courbes d'atténuation par absorption correspondant aux deux types de bouchons (**figure 1**). On représente ainsi la diminution du niveau sonore due au bouchon en fonction de la fréquence de l'onde qui traverse le bouchon.

Figure 1



- 1°) Pour quel type de bouchon la fréquence a-t-elle le plus d'influence sur l'atténuation ? (Justifier).
- 2°) Une pratique musicale régulière d'instruments tels que la batterie ou la guitare électrique nécessite une atténuation du niveau sonore. Cependant, cette atténuation ne doit pas être trop importante afin que le musicien entende suffisamment ; elle ne doit donc pas dépasser 25 dBA.
- 2.1°) En vous servant de la figure 1, indiquer pour chaque bouchon si le critère précédent a été respecté.
- 2.2°) En utilisant la courbe d'atténuation, indiquez si un bouchon en mousse atténue davantage les sons aigus ou les sons graves (justifier). Commenter la phrase du texte introductif : "Ils (les bouchons en mousse) restituent un son sourd".
- 3°) Une exposition prolongée à 85 dBA est nocive pour l'oreille humaine. Durant un concert de rock, un batteur est soumis en moyenne à une intensité sonore $I = 1,0 \times 10^{-2} \text{ W} \times \text{m}^{-2}$.
- Donnée : intensité sonore de référence $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \times \text{m}^{-2}$.
- 3.1°) Calculer le niveau sonore auquel correspond l'intensité sonore I (formule littérale et calcul détaillé obligatoire)
- 3.2°) Le batteur est porteur de bouchons moulés en silicone correspondant au document publicitaire. En vous aidant de la **figure 1** et de la **question précédente** précisez si ses facultés auditives peuvent être altérées au cours du concert ?(justifier).

Exercice n°3 : Au son de la corne de brume (6 pts) (16 minutes)

Les cornes de brume sont utilisées dans le domaine maritime pour signaler un obstacle ou un danger. Elles peuvent produire un son dont le niveau d'intensité sonore peut atteindre 115 dB.

Donnée : intensité sonore de référence $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \times \text{m}^{-2}$.

- 1°) Déterminer l'intensité sonore maximale du son émis par une corne de brume (formule littérale et calcul détaillé obligatoire).
- 2°) A 50 m de la corne de brume, l'intensité sonore est égale à $1,0 \times 10^{-4} \text{ W} \times \text{m}^{-2}$.
- a°) Déterminer le niveau d'intensité sonore correspondant (formule littérale et calcul détaillé obligatoire)
- b°) En déduire l'atténuation géométrique du signal (formule littérale et calcul détaillé obligatoire).

1) réal/2
2.a) réal/2
2.b) réal/2