

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 19



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Sons et effet Doppler

Intensité et niveau sonore, additivité des sources, atténuation, effet Doppler

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 5 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Formulaire : $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ et $I = I_0 \times 10^{L/10}$ • source ponctuelle en champ libre : $I = \frac{P}{4\pi d^2}$ • émetteur mobile, récepteur fixe : $f_R = f_E \frac{c}{c - v}$ (rapprochement), $f_R = f_E \frac{c}{c + v}$ (éloignement).

Exercice 1 Questions de cours

4 pts ●○○○

- 1.1** Définir l'intensité sonore I et préciser son unité. Rappeler la relation donnant le niveau L , ainsi que la valeur et la signification de I_0 .
- 1.2** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) L'intensité sonore reçue en un point est multipliée par 100 ; le niveau d'intensité sonore :
 - a) ☐ augmente de 2 dB
 - b) ☐ augmente de 10 dB
 - c) ☐ augmente de 20 dB
 - d) ☐ est multiplié par 100
 - b) Deux haut-parleurs identiques produisent chacun 70 dB en un même point ; ensemble, ils y produisent :
 - a) ☐ 140 dB
 - b) ☐ 76 dB
 - c) ☐ 73 dB
 - d) ☐ 70 dB
 - c) On double la distance à une source ponctuelle rayonnant en champ libre ; le niveau :
 - a) ☐ diminue de 3 dB
 - b) ☐ diminue de 6 dB
 - c) ☐ diminue de 12 dB
 - d) ☐ est divisé par 2
 - d) Une ambulance, sirène en marche, s'éloigne d'un piéton immobile ; le son perçu par le piéton est :
 - a) ☐ plus aigu
 - b) ☐ plus grave
 - c) ☐ inchangé
 - d) ☐ plus rapide
- 1.3** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
- a) Un niveau d'intensité sonore de 0 dB correspond à une intensité sonore nulle.
 - b) L'effet Doppler modifie la célérité du son dans l'air.

Exercice 2 La salle de cardio-training

4 pts ●○○○

Dans une salle de sport, six vélos elliptiques identiques sont alignés. Lorsqu'un seul vélo fonctionne, le sonomètre placé au poste du moniteur indique $L_1 = 64$ dB ; on admet que chacun des six vélos produirait seul le même niveau en ce point.

■ DONNÉES $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

- 2.1** Calculer l'intensité sonore I_1 produite par un vélo au poste du moniteur.

- 2.2** Les six vélos fonctionnent simultanément. Calculer l'intensité sonore totale puis le niveau sonore au poste du moniteur.
- 2.3** Établir l'expression du niveau L_n obtenu avec n vélos identiques en fonction de L_1 et de n . En déduire le nombre minimal de vélos qu'il faudrait faire fonctionner pour dépasser 75 dB.
- 2.4** La sonorisation produit à elle seule 78 dB au même point. Calculer le niveau total lorsque la musique et les six vélos fonctionnent ensemble. Quelle mesure serait la plus efficace pour faire baisser ce niveau ?

Exercice 3 Où capoter en priorité dans un atelier ?

6 pts ●●○

Trois machines, assimilées à des sources ponctuelles rayonnant dans toutes les directions, fonctionnent simultanément dans un atelier (figure 1). Vues du poste de l'opérateur O : $P_1 = 1,0 \text{ mW}$ à $d_1 = 2,0 \text{ m}$, $P_2 = 4,0 \text{ mW}$ à $d_2 = 6,0 \text{ m}$, $P_3 = 2,0 \text{ mW}$ à $d_3 = 3,0 \text{ m}$. Les réflexions sur les murs sont négligées.

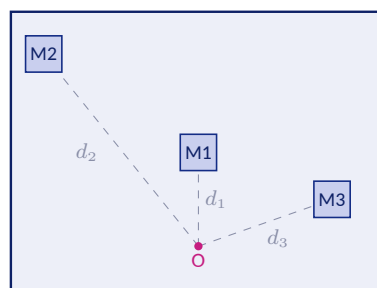


Figure 1 — Plan de l'atelier (sans échelle)

- 3.1** Calculer l'intensité sonore, puis le niveau, produit en O par chaque machine prise isolément.
- 3.2** En déduire le niveau sonore total en O. La machine la plus gênante est-elle la plus puissante ? Justifier.
- 3.3** L'objectif est de descendre au-dessous de 74 dB en O. Un capotage apporte 15 dB d'atténuation sur la machine traitée : calculer le niveau total obtenu pour chacun des trois choix possibles d'une seule machine, et conclure.
- 3.4** On capote finalement les machines 1 et 3. Calculer le niveau total et le gain obtenu par rapport à la situation initiale.

■ **DONNÉES** $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Exercice 4 Le casque antibruit

2 pts ●○○

Un ouvrier travaille dans un environnement où le niveau sonore atteint 96 dB. Il porte un casque dont l'atténuation annoncée vaut 28 dB.

- 4.1** Calculer le niveau sonore perçu sous le casque, puis le rapport entre l'intensité sonore reçue sans casque et celle reçue avec.
- 4.2** La réglementation autorise 8 h d'exposition quotidienne à 85 dB, la durée admissible étant divisée par deux chaque fois que le niveau augmente de 3 dB. Calculer la durée admissible sans casque, puis avec, et conclure.

Exercice 5 Le passage du train

4 pts ●●○

Un train roule en ligne droite à la vitesse constante $v = 40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et actionne un avertisseur sonore qui émet en continu un son de fréquence $f_E = 550 \text{ Hz}$. Un observateur immobile se tient au bord de la voie.

■ **DONNÉES** célérité du son dans l'air $c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- 5.1** Calculer la fréquence perçue par l'observateur avant le passage du train, puis après.
- 5.2** Calculer la longueur d'onde du son devant le train, puis derrière lui. Vérifier que la longueur d'onde devant le train est bien égale à c/f_a , où f_a est la fréquence perçue à l'approche.
- 5.3** Un passager assis dans le train perçoit-il le même son que l'observateur resté au bord de la voie ? Justifier sans calcul.
- 5.4** Un second train, dont l'avertisseur émet la même note $f_E = 550 \text{ Hz}$, est perçu à 600 Hz par l'observateur lorsqu'il s'approche. Déterminer sa vitesse, en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ puis en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- 5.5** Pour ce second train, comparer la variation relative $\frac{f_R - f_E}{f_E}$ au rapport $\frac{v}{c}$. L'approximation $\frac{|\Delta f|}{f_E} \approx \frac{v}{c}$ est-elle acceptable ici ?