

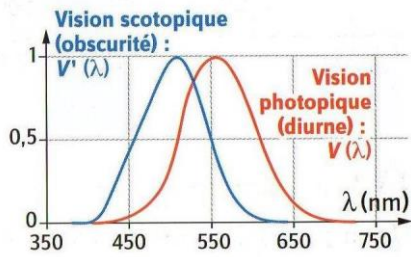
DS éclairage / ondes sonores

Rappel :

Le flux énergétique ou puissance énergétique (en Watts) Φ_E représente la quantité d'énergie lumineuse WE transportée par l'ensemble des radiations d'un faisceau (radiations lumineuses IR, UV) par unité de

temps : $\Phi_E = \frac{W_E}{\Delta t}$

Unités légales : Φ_E en Watt ou joule/seconde (1 J/s = 1 W), WE(J) ; Δt (s)



▲ Courbe $V(\lambda)$ et $V'(\lambda)$ de sensibilité spectrale pour la vision de jour et de nuit.

Deux rayonnements de longueur d'onde λ_1 et λ_2 ayant la même puissance énergétique Φ_E peuvent avoir une luminosité différente.

Pour tenir compte de la sensibilité de l'oeil on définit le flux lumineux Φ . L'unité de flux lumineux est le lumen (lm)

$\Phi = \alpha \cdot V(\lambda) \cdot \Phi_E$ (formule à ne pas retenir !)

Unités légales : Φ , flux lumineux en lumen (lm) ; Φ_E : flux énergétique en watt(W) ; $V(\lambda)$: valeur sans unité, dépendant de la longueur d'onde λ et de la sensibilité de l'œil ; coefficient constant tel que $\alpha = 683 \text{ lm.W}^{-1}$

L'efficacité lumineuse e (lm/W), ou rendement lumineux, est le

rapport du flux lumineux Φ (lm) produit par la puissance électrique P(W) reçue par la lampe : $e = \frac{\Phi}{P}$

On appelle éclairement E le rapport entre le flux lumineux Φ et la surface S éclairée:

$E = \frac{\Phi}{S}$

E : éclairement exprimée en lux. 1 lux = 1 lm/m²

Φ : flux lumineux en lumen (lm)

S : surface éclairée en m².

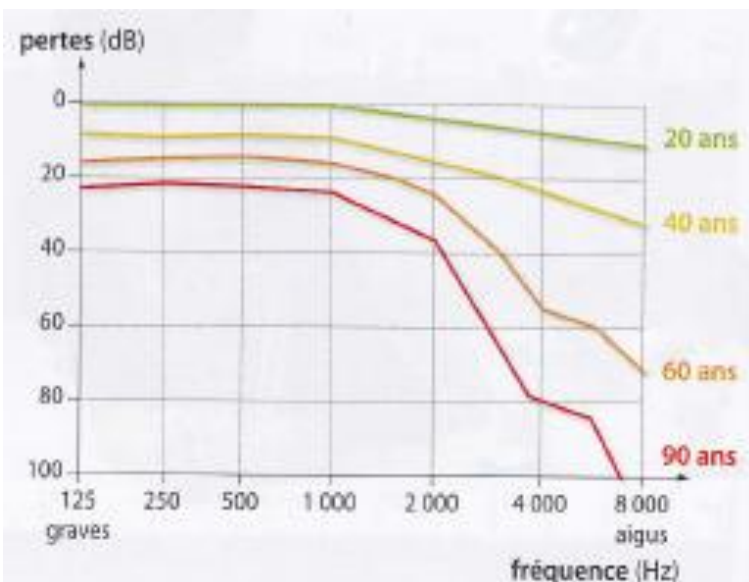
Exercice 1 : Le flux lumineux (4 points)

Une petite table de dimension 100cmx50cm reçoit d'une lampe un flux lumineux régulièrement réparti sur sa surface dont l'éclairement moyen est de E = 1000 lx (lux).

1) Calculer la surface S de la table en cm² puis en m².

2) Quel est le flux lumineux ϕ en lumen émis par la lampe pour éclairer cette surface ? Indiquez tout d'abord la formule LITTERALE détaillée avant d'effectuer le calcul.

3) Cette lampe nécessite une puissance électrique P = 10 W. Calculer le rendement ou efficacité énergétique e de la lampe.



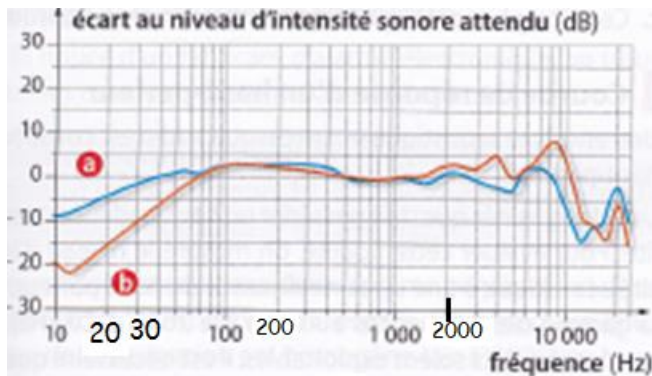
Exercice 2 : Casque anti bruit (2 points)

L'ouvrier manipulant un marteau piqueur est soumis à un son d'intensité acoustique $I = 10^{-2} \text{ W/m}^2$. L'intensité acoustique de référence est $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$. Quel est le niveau sonore L(dB) auquel est soumis l'ouvrier ?

Exercice n°3 (4 points):

Le diagramme ci-contre présente la perte en décibel en fonction de la fréquence d'un son pour des personnes d'âge différent.

1. On estime qu'environ 10 % des personnes entre 18 et 24 ans présentent des lésions importantes de l'oreille suite à une exposition répétée à des sons forts (discothèques, baladeurs...), entraînant une perte d'audition de 15 à 40 dB à 2 000 Hz. À quel âge correspond théoriquement une perte d'audition de 40 dB à 2 000 Hz ?
2. Un son de fréquence 100 Hz est-il grave ou aigu ? Même question pour un son de fréquence 2000 Hz.
3. Quelle est la période T de vibration d'un son de fréquence $f = 1000$ Hz ?

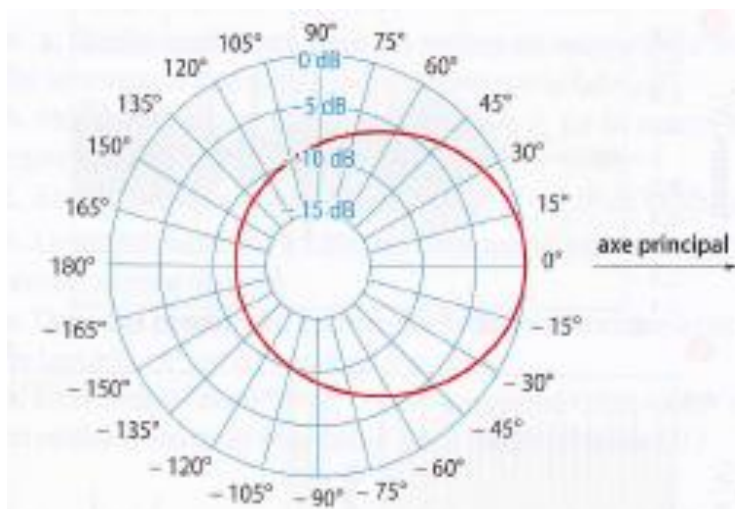


Exercice n°4 (5 points): La plage de fréquences ou bande passante d'un casque audio est l'intervalle de fréquences qu'il est en mesure de retransmettre. Un casque audio est considéré comme étant « haute-fidélité » s'il est capable de transmettre sur la plage des fréquences audibles, c'est-à-dire de 20 Hz à 20 kHz. Sur l'axe vertical, un 'écart au niveau d'intensité sonore attendu' de 0 dB indique que le casque restitue parfaitement le son.

est-elle importante?

Sur le document ci-dessus sont comparés deux casques audio a et b.

1. En quoi la plage de fréquences de 20 Hz à 20 kHz
2. Sur quelle plage de fréquences les mesures ont-elles été faites ?
3. Sommes-nous en présence de casques audio-hautefidélité ?
4. Qu'est-ce qui différencie ces deux casques ?
5. Dans quelle plage de fréquence le casque b restitue-t-il parfaitement le son ?



Exercice n°5 (3 points): Diagramme d'émission d'un haut-parleur. On considère un haut-parleur d'une enceinte acoustique, émettant une onde sonore qui se propage librement dans toutes les directions. Le niveau d'intensité sonore mesuré à 1 m du haut-parleur, sur l'axe principal, est $L' = 110$ dB. Le diagramme d'émission du haut-parleur est donné ci-contre. On suppose qu'il est utilisable pour toutes les fréquences audibles. L'ellipse permet de déterminer le niveau sonore à une distance de 1 m dans une direction particulière. Par exemple pour une direction de 60° l'atténuation du signal vaut 5 dB il sera donc reçu avec un niveau sonore $L = L' - 5$ dB = 105 dB.

1. Quel est le niveau d'intensité sonore L mesuré à 1 m derrière le haut-parleur sur son axe principal ?
2. a. Quel est le niveau d'intensité sonore mesuré à 1 m du haut-parleur dans une direction faisant un angle $\alpha = -105^\circ$ avec l'axe principal ?
3. Pourquoi dit-on qu'un haut-parleur est directif ?

L'intensité sonore I en W/m^2 est donnée par la formule : $I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$ avec I_0 seuil d'audibilité $I_0 = 1 \times 10^{-12} W/m^2$

4. Calculer le niveau d'intensité sonore L correspondant à une intensité sonore $I = I_0$.
5. Calculer l'intensité sonore I correspondant au niveau sonore $L' = 110$ dB.

Correction

Exercice 1

$$1) S = 100 \times 50 = 5000 \text{ cm}^2 = 0,50 \text{ m}^2$$

$$2) E = \phi / S \text{ donc } \phi = E \cdot S = 1000 \times 0,5 = 500 \text{ lm}$$

$$3) e = \phi / P = 500 / 10 = 50$$

Exercice n°2

L'ouvrier manipulant un marteau piqueur est soumis à un son d'intensité acoustique $I = 10^{-2} \text{ W/m}^2$. L'intensité acoustique de référence est $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$. Quel est le niveau sonore $L(\text{dB})$ auquel est soumis l'ouvrier ?

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 100 \text{ dB}$$

Exercice 3

1. À l'âge de 90 ans correspond théoriquement une perte d'audition de 40 dB à 2 000 Hz.

2. Un son de fréquence 100 Hz est grave, un son de fréquence 2000 Hz est aigu.

3. Quelle est la période $T = 1/f = 1,00 \times 10^{-3} \text{ s}$

Exercice n°4 :

1. La plage de fréquences de 20 Hz à 20 kHz est importante car elle correspond à l'intervalle des sons audibles.

2. Les mesures ont été faites sur une plage de fréquences allant de 10 Hz à 25 000 Hz (environ).

3. En toute rigueur, nous ne sommes pas en présence de *casques audio* haute-fidélité car leur plage de transmission va plutôt de 100 Hz à 10 000 Hz.

4. Le casque qui correspond à la courbe bleue transmettra mieux les basses fréquences (sons graves).

Le casque qui correspond à la courbe rouge transmettra mieux les hautes fréquences (sons aigus).

5. Le casque b restitue parfaitement les sons de la fréquence $f = 100 \text{ Hz}$ à $f = 10000 \text{ Hz}$

Exercice n°5 : Diagramme d'émission d'un haut-parleur.

1. D'après le diagramme d'émission du haut-parleur, le niveau d'intensité sonore mesure à 1 m derrière le haut-parleur sur son axe principal est :

$$L = L_1 - 12,5 = 110 - 12,5 = 97,5 \text{ dB.}$$

2. D'après le diagramme d'émission du haut-parleur, le niveau d'intensité sonore mesure à 1 m du hautparleur dans une direction faisant un angle de $\alpha = -105^\circ$ est :

$$L = L_1 - 5,5 = 110 - 10 = 100 \text{ dB.}$$

3. On dit qu'un haut-parleur est directif car le niveau d'intensité sonore du son émis dépend de la direction.

L'intensité sonore I en W/m^2 est donnée par la formule : $I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$ avec I_0 seuil d'audibilité $I_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$

4. Calculer le niveau d'intensité sonore L correspondant à une intensité sonore $I = I_0$

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I_0}{I_0}\right) = 0 \text{ dB}$$

5. $L' = 110 \text{ dB.}$

$$I = I_0 \times 10^{\frac{L'}{10}} = 1 \times 10^{-1} \text{ W/m}^2$$