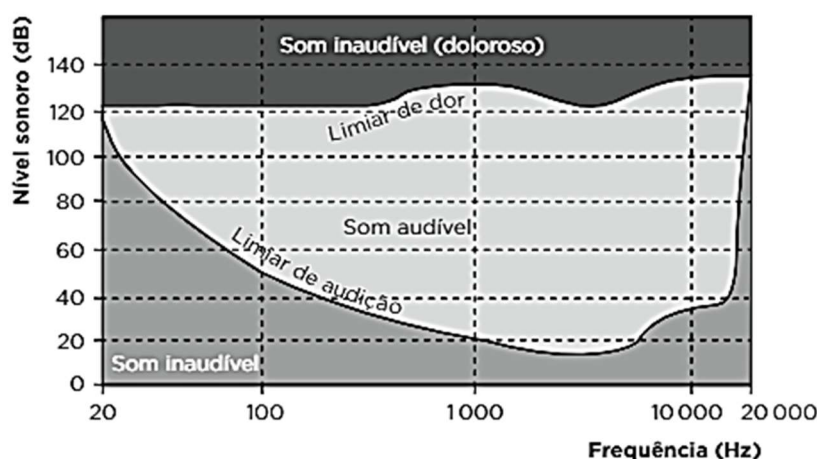


- 1** (PUC-PR) No gráfico a seguir, estão representadas as regiões do ouvido humano nas quais o som é audível e inaudível e as linhas correspondem aos limiares da audição e da dor. Essas informações são dispostas a partir dos níveis de intensidade sonora (dB) e da frequência sonora (Hz).



Fonte: GODINHO, André (adaptado). Disponível em: <http://andre-godinho-cfq8a.blogspot.com.br/2013_06_01_archive.html>. Acessado em: 06.05.2014.

A partir das informações do gráfico acima, analise as seguintes afirmações:

- I. Na região audível do ouvido humano estão compreendidas as ondas sonoras com frequências menores que 20 Hz e maiores que 20 000 Hz.
- II. Para o ouvido humano, existem sons inaudíveis com intensidade sonora superior a 100 dB. Esse espectro sonoro compreende as ondas com frequências iguais a 20 Hz e 20 000 Hz, por exemplo.
- III. Uma onda sonora de 140 dB e frequência de 100 Hz provoca, no ouvido humano, uma sensação de dor.

É (são) verdadeira(s):

- | | |
|-----------------------------|---|
| a) Somente a II. | I. Incorreta. A região audível compreende frequências de 20 Hz a 20 000 Hz. |
| b) Somente II e III. | II. Correta. Pela análise do gráfico, pode-se identificar sons inaudíveis que apresentam intensidade sonora superior a 100 dB e, por exemplo, frequência com um valor próximo de 20 Hz. |
| c) Somente a III. | III. Correta. De fato, a análise do gráfico permite identificar que, para a frequência de 100 Hz, uma onda sonora de 140 dB está acima do limiar da dor. |
| d) Somente I e II. | |
| e) Somente a I. | |

2 (Unesp-SP) Define-se a intensidade de uma onda (I) como potência transmitida por unidade de área disposta perpendicularmente à direção de propagação da onda. Porém, essa definição não é adequada para medir nossa percepção de sons, pois nosso sistema auditivo não responde de forma linear à intensidade das ondas incidentes, mas de forma logarítmica. Define-se, então, nível sonoro (β) como $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$, sendo β dado em decibels (dB) e $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Supondo que uma pessoa, posicionada de forma que a área de $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ de um de seus tímpanos esteja perpendicular à direção de propagação da onda, ouça um som contínuo de nível sonoro igual a 60 dB durante 5,0 s, a quantidade de energia que atingiu seu tímpano nesse intervalo de tempo foi

a) $1,8 \cdot 10^{-8} \text{ J}$.

b) $3,0 \cdot 10^{-12} \text{ J}$.

► c) $3,0 \cdot 10^{-10} \text{ J}$.

d) $1,8 \cdot 10^{-14} \text{ J}$.

e) $6,0 \cdot 10^{-9} \text{ J}$.

Para o nível de intensidade sonora de 60 dB, a intensidade do som é:

$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \Rightarrow 60 = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) \therefore I = 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

A intensidade de uma onda é dada por:

$$I = \frac{\mathcal{P}}{A}$$

em que $\mathcal{P} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$.

Assim, $I = \frac{\Delta E}{A \cdot \Delta t}$, em que $A = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ e $\Delta t = 5 \text{ s}$.

Assim, encontramos:

$$10^{-6} = \frac{\Delta E}{6 \cdot 10^{-5} \cdot 5} \therefore \Delta E = 3 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

3 (Fuvest-SP) O nível de intensidade sonora, em decibéis (dB), é definido pela expressão $\beta = 10 \cdot \log_{10} (I/I_0)$, na qual I é a intensidade do som em W/m^2 e $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ é um valor de referência. Os valores de nível de intensidade sonora $\beta = 0$ e $\beta = 120$ dB correspondem, respectivamente, aos limiares de audição e de dor para o ser humano. Como exposições prolongadas a níveis de intensidade sonora elevados podem acarretar danos auditivos, há uma norma regulamentadora (NR-15) do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, que estabelece o tempo máximo de 8 horas para exposição ininterrupta a sons de 85 dB e especifica que, a cada acréscimo de 5 dB no nível da intensidade sonora, deve-se dividir por dois o tempo máximo de exposição. A partir dessas informações, determine

a) a intensidade sonora I_D correspondente ao limiar de dor para o ser humano;

A partir das informações do enunciado, o limiar de dor corresponde ao nível de intensidade sonora $\beta = 120$ dB.

Utilizando a expressão fornecida:

$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I_D}{I_0}\right) \Rightarrow 120 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_D}{10^{-12}}\right) \therefore I_D = 1 \text{ W/m}^2$$

b) o valor máximo do nível de intensidade sonora β , em dB, a que um trabalhador pode permanecer exposto por 4 horas seguidas;

De acordo com o enunciado, como o tempo de exposição caiu pela metade, de 8 h para 4 h, o nível de intensidade sonora deverá sofrer um acréscimo de 5 dB, apresentando o valor máximo de 90 dB.

c) os valores da intensidade I e da potência P do som no tímpano de um trabalhador quando o nível de intensidade sonora é 100 dB.

Note e adote:

- $\pi = 3$
- Diâmetro do tímpano = 1 cm

Sendo o nível de intensidade sonora 100 dB, tem-se:

$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \Rightarrow 100 = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) \therefore I = 10^{-2} \text{ W/m}^2$$

Sendo o diâmetro do tímpano $d = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$, sua área é:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3 \cdot (10^{-2})^2}{4} = 0,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

A potência P pode ser obtida pela expressão:

$$P = 10^{-2} \cdot 0,75 \cdot 10^{-4} = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ W}$$