

RESUMO

1. Introducción

O son é a propagación en forma de ondas dunha vibración ou perturbación mecánica dalgún corpo a través de calquera medio material elástico.

2. Velocidade de propagación das ondas sonoras

En xeral, a velocidade de propagación dunha onda mecánica ven dada por:

$$v = \sqrt{\frac{\text{propiedade elástica}}{\text{propiedade inercial}}}$$

2.1. Velocidade nos sólidos

$$v_s = \sqrt{\frac{E}{d}}$$

- E = módulo de Young
- d = densidade do sólido

2.2. Velocidade nos líquidos.

$$v_l = \sqrt{\frac{Q}{d}}$$

- Q = módulo de compresibilidade do líquido
- d = densidade do líquido

2.3. Velocidade nos gases

$$v_g = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

R = constante universal dos gases ideais ($8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)

T = temperatura absoluta

3. Calidades do son

| Efecto sensorial | Propiedade física da onda |
|------------------|---------------------------|
| Sonoridade | Intensidade da onda |
| Ton | Frecuencia da onda |
| Timbre | Forma da onda |

3.1. A sonoridade

A sonoridade, tamén coñecida como sensación sonora, intensidade subxectiva ou nivel sonoro, é unha sensación asociada á percepción do son, podendo ser débil e forte.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \cdot \frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2}$$

Lei de Weber-Fechner

$$\beta = \log \frac{I}{I_0}, \text{ sendo } I_0 \text{ a intensidade inicial mínima: } I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$$

A unidade de sensación sonora é o bel ou belio, B, aínda que en acústica se utiliza o decibel ou decibelio, dB, adoptando, neste caso, a lei de Weber-Fechner a forma de:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Límite inicial de intensidade : 0 dB:

Límite máximo de intensidade: 120 dB:

3.2. O ton

Permite distinguir os son graves dos agudos. Por debaixo dos 20 Hz están os infrasons e por encima dos 20000 Hz temos os ultrasóns.

3.3. O timbre

Esta calidade permítenos distinguir dous sons de igual sonoridade e ton emitidos por dous focos distintos. O timbre depende da forma da onda sonora.

4. Percepción do son: audición

O noso oído está capacitado para percibir as ondas sonoras. O oído divídese en tres partes: oído externo, medio e interno, cada unha cunha determinada función na percepción do son.

5. O efecto Doppler

Coñécese coma **efecto Doppler** o fenómeno debido ao movemento relativo da fonte sonora e o observador polo que cambia a frecuencia que se percibe dun son.

5.1. Fonte sonora en movemento e observador en repouso

- Frecuencia que percibirá o observador cara o que se **achega a fonte**:

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = f \left(\frac{v}{v - v_F} \right)$$

[1]

- Frecuencia que percibirá o observador a medida que a **fonte se alonxa** é:

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = f \left(\frac{v}{v + v_F} \right) \quad [2]$$

5.2. Fonte sonora en repouso e observador en movemento

- Frecuencia que percibirá o observador cando se **achega á fonte**:

$$f' = f \left(\frac{v + v_0}{v} \right) \quad [3]$$

- Frecuencia que percibirá o observador cando se **afasta da fonte**:

$$f' = f \left(\frac{v - v_0}{v} \right) \quad [4]$$

5.3. Fonte sonora e observador en movemento

Combinado os casos anteriores, a fórmula xeral para o cálculo da frecuencia é a seguinte:

$$f' = \frac{v'}{\lambda'} = f \left(\frac{v \pm v_0}{v \pm v_F} \right) \quad [5]$$

6. Fenómenos asociados ás ondas sonoras

6.1. A reflexión das ondas sonoras

A reflexión das ondas sonora da lugar a dous fenómenos interesantes: o eco e a reverberación.

6.2. A refracción das ondas sonoras

O son refráctase cando pasa dun medio a outro no que se move a distinta velocidade; por exemplo, do aire á auga, ou viceversa.

6.3. A difracción das ondas sonoras

As ondas sonoras tamén dan lugar a fenómenos de difracción, é dicir, bordean os obxectos que se interpoñen no seu camiño.

7. Resonancia e instrumentos musicais

7.1. Ondas estacionarias nunha corda fixa nos seus dous extremos

- Lonxitudes de onda permitidas

$$\lambda = \frac{2L}{n} \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad \lambda_1 = 2L; \lambda_2 = L; \lambda_3 = \frac{2L}{3} \dots$$

- Frecuencias ou armónicos permitidos

$$f = n \frac{v}{2L} \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad f_1 = \frac{v}{2L}; f_2 = \frac{v}{L}; f_3 = \frac{3v}{2L} \dots$$

7.2. Ondas estacionarias en tubos: instrumentos de vento

a) Ondas sonoras estacionarias en un tubo aberto por un dos seus extremos

- Lonxitudes de onda permitidas

$$\lambda = \frac{4L}{2n+1}$$

- Frecuencias ou harmónicos permitidos

$$f = (2n+1) \frac{v}{4L}$$

b) Ondas sonoras estacionarias nun tubo aberto por ambos extremos

- Lonxitudes de onda permitidas

$$\lambda = \frac{2L}{n}$$

- Frecuencias ou armónicos permitidos

$$f = n \frac{v}{2L}$$

8. Contaminación acústica, fontes e efectos. Medidas de actuación

- Fontes e efectos

| Ruídos máis frecuentes | dB | Efectos do ruído |
|-------------------------|-----|-------------------|
| Reactor en pista | 130 | Umbral do dolor. |
| Avión despegando | 120 | |
| Discoteca | 100 | Ruido perigoso. |
| Pequeno taller mecánico | 90 | |
| Comedor escolar | 80 | Ruido molesto. |
| Fotocopiadora | 80 | |
| Rúa animada | 70 | Ruido molesto. |
| Oficina ruidosa | 60 | |
| Conversación tranquila | 50 | Ruido lixeiro |
| Dormitorio tranquilo | 30 | Ruido moi lixeiro |

As medidas de actuación contra a contaminación acústica soen ser de dous tipos: activas e pasivas.

9. Aplicacións tecnolóxicas das ondas sonoras

O maior campo de aplicación das ondas sonoras dáse nos **ultrasóns**, debido a súa alta enerxía. Entres as súas aplicacións destacan:

- Sondaxes
- Limpeza ou aseo ultrasónico
- Perforación ultrasónica
- Soldadura ultrasónica
- Cirurxía ultrasónica
- Outras aplicacións do ultrasón en medicina
- Holografías acústicas
- Aumentar a velocidade de reacción en certas transformacións químicas
- Depurar o aire, xa que producen a precipitación de aerosois
- Destruír microorganismos (esterilización ultrasónica)