

O SON. RESUMO

1. Ondas sonoras e son

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.

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

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**:

$$f' = \frac{v}{\lambda'} = f \left(\frac{v}{v - v_F} \right) \quad [1]$$

- 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 **alonxa 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 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 armónicos 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 das ondas sonoras ao desenvolvemento tecnolóxico e á mellora das condicións de vida

O maior campo de aplicación das ondas sonoras dase 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)