

Principali equazioni di acustica

$$c = \sqrt{kRT}$$

C velocità del suono nel gas $\left[\frac{m}{s}\right]$

R costante del gas considerato $\left[\frac{J}{Kg K}\right]$

T temperatura [K]

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

λ lunghezza d'onda [m]

C velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

f frequenza in Hertz $\left[\frac{1}{s}\right]$

$$Z_c = \rho_0 c$$

Z_c impedenza acustica caratteristica $\left[\frac{Pa s}{m}\right]$

ρ_0 densità $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$

C velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

$$I_\theta = \frac{p_{eff}^2}{\rho_0 c} \cos \theta$$

I_θ intensità acustica $\left[\frac{W}{m^2}\right]$

ρ_0 densità $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$

C velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

θ angolo di incidenza dell'onda acustica [rad]

$$D = \frac{p_{\text{eff}}^2}{\rho_0 c^2} = \frac{I_{\theta, \text{max}}}{c}$$

D densità di energia acustica $\left[\frac{\text{J}}{\text{m}^3} \right]$

$I_{\theta, \text{max}}$ intensità acustica $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$

ρ_0 densità $\left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$

C velocità del suono $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

$$I_o = \frac{W}{4\pi r^2}$$

I_o intensità acustica sorgente omnidirezionale $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$

W potenza acustica totale [W]

r distanza [m]

$$L_I = 10 \cdot \log_{10} \frac{I}{I_{\text{RIF}}} ; I = I_{\text{RIF}} \cdot 10^{\frac{L_I}{10}}$$

L_I livello di intensità acustica [dB]

I intensità acustica $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$

$I_{\text{RIF}} = 10^{-12}$ valore di riferimento per l'intensità acustica $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$

$$L_W = 10 \cdot \log_{10} \frac{W}{W_{\text{RIF}}} ; W = W_{\text{RIF}} \cdot 10^{\frac{L_W}{10}}$$

L_W livello di potenza acustica [dB]

W potenza acustica [W]

$W_{\text{RIF}} = 10^{-12}$ valore di riferimento per la potenza acustica [W]

$$L_p = 20 \cdot \log_{10} \frac{p_{\text{eff}}}{p_{\text{eff,RIF}}} ; p_{\text{eff}} = p_{\text{eff,RIF}} \cdot 10^{\frac{L_p}{20}}$$

L_p livello di pressione sonora [dB]

p_{eff} pressione efficace [Pa]

$p_{\text{eff,RIF}} = 2 \cdot 10^{-5}$ valore di riferimento per la pressione efficace [Pa]

$$L_I = L_p + C ; C = 10 \cdot \log_{10} \frac{p_{\text{eff,RIF}}^2}{\rho_0 c I_{\text{RIF}}} = 10 \cdot \log_{10} \frac{400}{\rho_0 c}$$

L_I livello di intensità acustica [dB]

L_p livello di pressione sonora [dB]

ρ_0 densità $\left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$

C velocità del suono $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

$$L_{I,\text{tot}} = 10 \cdot \log_{10} \frac{\sum_i I_i}{I_{\text{RIF}}} = 10 \cdot \log_{10} \sum_i 10^{\frac{L_{I,i}}{10}}$$

$L_{I,\text{tot}}$ livello della somma di intensità acustica [dB]

I_i i-esima intensità acustica $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$

$L_{I,i}$ i-esimo livello di intensità acustica [dB]

$$f_c = \sqrt{f_1 \cdot f_2} ; f_2 = 2 \cdot f_1 ; f_2 = \sqrt{2} \cdot f_c ; f_1 = \frac{f_c}{\sqrt{2}} \quad (\text{banda di ottava})$$

$$f_c = \sqrt{f_1 \cdot f_2} ; f_2 = \sqrt[3]{2} \cdot f_1 ; f_2 = \sqrt[6]{2} \cdot f_c ; f_1 = \frac{f_c}{\sqrt[6]{2}} \quad (\text{banda in terzi di ottava})$$

f_c frequenza centrale

f_1 frequenza iniziale

f_2 frequenza finale

$$L_W = \bar{L}_p + 10 \cdot \log_{10} V - 10 \cdot \log_{10} T_{60} + 10 \cdot \log_{10} \left(1 + \frac{S\lambda}{8V} \right) - 10 \cdot \log_{10} p_0 + 36$$

L_W livello di potenza acustica [dB]

\bar{L}_p livello medio di pressione sonora nell'ambiente di prova [dB]

V volume netto dell'ambiente di prova [m³]

T_{60} tempo di riverberazione con apparecchiatura installata [s]

λ lunghezza d'onda della f_c [m]

S area totale delle superfici che delimitano l'ambiente di prova [m²]

p_0 pressione atmosferica [Pa]

$$Q = \frac{p_{\text{eff}}^2(r, \theta, \varphi)}{p_{\text{eff},s}^2(r, \theta, \varphi)} ; \quad Q = 10^{\frac{L_p - L_{p,s}}{10}}$$

Q direttività

p_{eff} pressione efficace [Pa]

$p_{\text{eff},s}$ pressione efficace sorgente omnidirezionale [Pa]

L_p livello di pressione sonora [dB]

$L_{p,s}$ livello di pressione sonora sorgente omnidirezionale [dB]

$$DI = 10 \cdot \log_{10} Q = L_p - L_{p,s}$$

$$DI = L_p - L_W + 20 \cdot \log_{10} r + 11$$

DI indice di direttività [dB]

Q direttività

L_p livello di pressione sonora [dB]

$L_{p,s}$ livello di pressione sonora sorgente omnidirezionale [dB]

r distanza della sorgente [m]

L_W livello di potenza acustica [dB]

$$\alpha = \frac{E_A + E_T}{E_I}$$

α coefficiente di assorbimento acustico

E_A energia assorbita [J]

E_T energia trasmessa [J]

E_I energia incidente [J]

$$A = \sum_K \alpha_{\text{Sab},K} \cdot S_K + 4m \cdot V$$

A assorbimento acustico dell'ambiente [m²]

$\alpha_{\text{Sab},K}$ k-esimo coefficiente d'assorbimento secondo Sabine

S_K k-esima superficie [m²]

4m coefficiente sperimentale $\left[\frac{1}{m}\right]$

V volume [m³]

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{A} \right)$$

L_p livello di pressione sonora [dB]

L_w livello di potenza acustica [dB]

Q direttività

r distanza [m]

A assorbimento acustico dell'ambiente [m²]

$$T_{60} = \frac{60 \cdot V}{1,086 \cdot c \cdot A}$$

T_{60} tempo di riverberazione [s]

V volume [m³]

c velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

A assorbimento acustico dell'ambiente [m²]

$$f_{rV} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho_0 c^2}{m d}}$$

f_{rV} picco d'assorbimento per un pannello vibrante

ρ_0 densità $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$

c velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

m massa del pannello $\left[\frac{Kg}{m^2}\right]$

d spessore intercapedine d'aria [m]

$$f_{rH} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{(l + 0,8d)V}}$$

f_{rH} picco d'assorbimento per un pannello forato risonante assorbente

C velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

l lunghezza del collo [m]

S area della sezione del collo [m²]

d diametro del collo [m]

V volume della cavità [m³]

$$\tau = \frac{W_{tras}}{W_{inc}}$$

τ coefficiente di trasmissione acustica

W_{tras} potenza trasmessa [W]

W_{inc} potenza incidente [W]

$$R = 10 \cdot \log_{10} \frac{1}{\tau}$$

R potere fonoisolante [dB]

τ coefficiente di trasmissione acustica

$$R = 10 \cdot \log_{10} \left(1 + \frac{\omega^2 m^2 \cos^2 \theta}{4\rho_0^2 c^2} \right)$$

R potere fonoisolante [dB]

$\omega = 2\pi f$ pulsazione d'onda

m massa della piastra $\left[\frac{Kg}{m^2}\right]$

ρ_0 densità $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$

C velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

θ angolo di incidenza dell'onda acustica [rad]

$$c_l = \sqrt{\frac{E}{\rho(1-\nu^2)}}$$

c_l velocità di propagazione delle onde longitudinali nella piastra $\left[\frac{m}{s}\right]$

E modulo di Young

ρ densità della piastra $\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$

ν modulo di Poisson

$$f_c = \frac{c^2}{1,8 \cdot c_l \cdot h}$$

f_c frequenza critica di coincidenza

c_l velocità di propagazione delle onde longitudinali nella piastra $\left[\frac{m}{s}\right]$

c velocità del suono $\left[\frac{m}{s}\right]$

h spessore della piastra [m]

$$R_c = 10 \cdot \log_{10} \frac{\sum_k S_k}{\sum_k S_k \tau_k}$$

R_c potere fonoisolante di parete composta

S_k k-esima superficie [m²]

τ_k k-esimo coefficiente di trasmissione acustica

$$R \cong R_1 + R_2 + 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{4\pi f \rho_0 c}{s'} \right)$$

$$s' = \frac{\rho_0 c^2}{d} \quad \text{per } f \leq \frac{c}{2\pi d}$$

$$s' = 2\pi f \rho_0 c \quad \text{per } f > \frac{c}{2\pi d}$$

R potere fonoisolante della parete doppia [dB]

R₁ potere fonoisolante prima parete [dB]

R₂ potere fonoisolante seconda parete [dB]

f frequenza

ρ₀ densità $\left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$

C velocità del suono $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

d spessore intercapedine d'aria [m]

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M}}$$

f_n frequenza naturale del sistema vibrante

k rigidità elastica $\left[\frac{\text{N}}{\text{m}} \right]$

M massa del sistema [kg]

$$T = \sqrt{\frac{1 + \left(2\zeta \frac{f}{f_n} \right)^2}{\left(1 - \frac{f^2}{f_n^2} \right)^2 + \left(2\zeta \frac{f}{f_n} \right)^2}}$$

$\frac{f}{f_n}$ = rapporto in frequenza

T trasmissibilità del sistema

f frequenza di eccitazione del sistema vibrante

f_n frequenza naturale del sistema vibrante

ζ rapporto di smorzamento

$$T = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_n}\right)^2}$$

T trasmissibilità del sistema

f frequenza di eccitazione del sistema vibrante

f_n frequenza naturale del sistema vibrante

a cura di
Antonio Fracchiolla
antyf@mail.omnitel.it