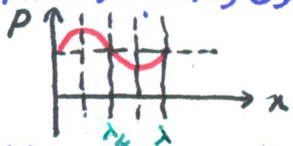
محمد گنجی

خلاصه مفاهیم صوت

صوت: موج طولی (انرژی را با ارتعاش ذرات محیط) → محیط مادی می‌خواهد → محیط غلیظ‌تر، سرعت بیشتر



سرعت صوت در گازها: تابع دما و جنس گاز است ($v=\sqrt{\gamma\frac{RT}{M}}$) T دما برحسب کلوین، M جرم مولکولی و R ثابت گازها = ۸٫۳۱۴

ثابت‌ها (گاز تک اتمی $\gamma_1=\frac{5}{3}$ ، گاز دو اتمی $\gamma_2=\frac{7}{5}$ ، گاز سه اتمی $\gamma_3=\frac{9}{7}$) γ ضریب اتمیسیته

جرم مولکولی‌های پرکاربرد ($M_O=32$ و $M_H=2$ و $M_N=28$)

اگر دما تغییر کند ← $v=\sqrt{\gamma P/\rho}$ (P فشار، ρ چگالی) برای هوا ← $v=v_0+0{,}6\theta$ (v_0 سرعت صوت در هوای صفر)

شدت صوت: انرژی صوتی که در واحد زمان که از واحد سطح می‌گذرد و یکای آن وات بر متر مربع

$$I=\frac{E}{tA}=\frac{P}{A}$$

(توجه: A مساحت کره است $A=4\pi r^2$)

عوامل موثر بر شدت: مجذور دامنه، مجذور بسامد، جنس محیط و عکس مجذور فاصله

$$I=K\frac{A^2f^2}{r^2}$$

تراز شدت صوت (شدت نسبی احساس): لگاریتم نسبت شدت صوت به شدت صوت مبنا (آستانه‌ی شنوایی $I_0=10^{-12}\,W/m^2$)

$\beta=10\log\frac{I}{I_0}$ (برحسب دسی‌بل) و $\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}=20\log\frac{r_1}{r_2}$

روابط مهم لگاریتم:

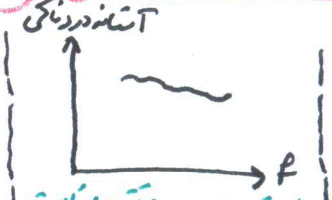
1) $a^y=x \iff y=\log_a x$
2) $\log 1=0$
3) $\log x^n=n\log x$
4) $\log_a a=1$
5) $\log x+\log y=\log xy$
6) $\log x-\log y=\log\frac{x}{y}$
7) $\log 2=0{,}3$
8) $\log 3=0{,}47$
9) $\log 5=0{,}7$

گستره‌ی شنوایی گوش سالم:

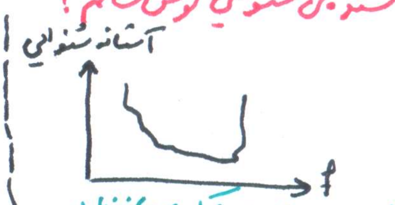
ازلحاظ بسامد: $f=20\,Hz \longleftrightarrow f=20000\,Hz$ — فروصوت ← | → فراصوت

ازلحاظ شدت: $I_0=10^{-12}\,W/m^2 \longleftrightarrow I=1\,W/m^2$ — آستانه شنوایی ↔ | ↔ آستانه دردناکی

ازلحاظ تراز شدت: $\beta=0\,dB \longleftrightarrow \beta=120\,dB$ — [illegible] ←

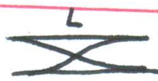


برای تمام بسامدها تقریبا ثابت



برای بسامدهای بسیار کم و بسیار زیاد آستانه شنوایی افزایش می‌یابد

لوله‌ی صوتی باز:



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

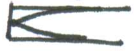
n ـ شماره صوت ـ شماره هماهنگ ـ تعداد گره

بسامد ارتعاشات $f_n=\frac{nv}{2L}=nf_1$

اختلاف دو بسامد متوالی $f_n-f_{n-1}=\frac{v}{2L}=f_1$

در لوله‌ی باز تشدید در مضارب صحیح $\frac{\lambda}{2}$ و فاصله‌ی دو تشدید متوالی $\frac{\lambda}{2}$

لوله‌ی صوتی بسته:



$L=(2n-1)\frac{\lambda}{4}$

n شماره صوت ـ تعداد گره ـ تعداد شکم

(2n−1) شماره هماهنگ یا هارمونیک

بسامد ارتعاشات لوله $f_n=\frac{(2n-1)v}{4L}=(2n-1)f_1$

اختلاف دو بسامد متوالی $f_n-f_{n-1}=\frac{v}{2L}=2f_1$

در لوله‌ی بسته تشدید در مضارب فرد $\frac{\lambda}{4}$ و فاصله‌ی دو تشدید متوالی $\frac{\lambda}{2}$

---

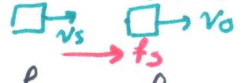
* صوت اصلی ← هماهنگ اول ← هماهنگ اصلی ← هارمونیک اول ← یعنی بم‌ترین صدا (بلندترین طول موج کمترین بسامد)

پدیده دوپلر (مخصوص رشته ریاضی): حرکت نسبی منبع و شنونده باعث تغییر بسامد دریافتی می‌شود

(v_s سرعت منبع، v_o سرعت شنونده، f_s بسامدی که منبع تولید می‌کند، f_o بسامدی که شنونده دریافت می‌کند، v سرعت صوت)

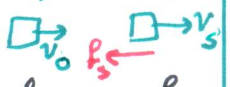
جهت (+) همواره جهت انتشار صوت یعنی از منبع به سمت شنونده است

منبع به دنبال شنونده



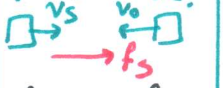
$$\frac{f_s}{v-v_s}=\frac{f_o}{v-v_o}$$

شنونده به دنبال منبع



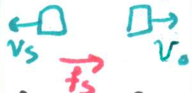
$$\frac{f_s}{v+v_s}=\frac{f_o}{v+v_s}$$

منبع و شنونده به سمت هم



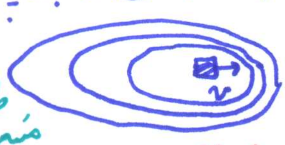
$$\frac{f_s}{v-v_s}=\frac{f_o}{v+v_o}$$

منبع و شنونده از هم دور



$$\frac{f_s}{v+v_s}=\frac{f_o}{v-v_s}$$

بررسی طول موج در جلو و پشت منبع



$\lambda=\frac{v\pm v_s}{f_s}$ ← پشت منبع

طول موج در پشت منبع بلندتر از جلوی منبع است و به شنونده بستگی نداره

www.m-ganji.ir