

Stående vågor i pipor

19 okt. 2026, 3 min läsning

UTKAST

#fysik #akustik #fenomen

Kurs: F0005T Förkunskaper: Stående våg, Ljudvåg

I en luftpelare kan stående ljudvågor bildas på samma sätt som på en sträng, men vågen är longitudinell — det är luftpartiklarnas förskjutning längs pipan som bildar mönstret. Randvillkoren skiljer sig åt: en öppen ände ger buk i förskjutningen, en sluten ände ger nod.

1. Förskjutning och tryck

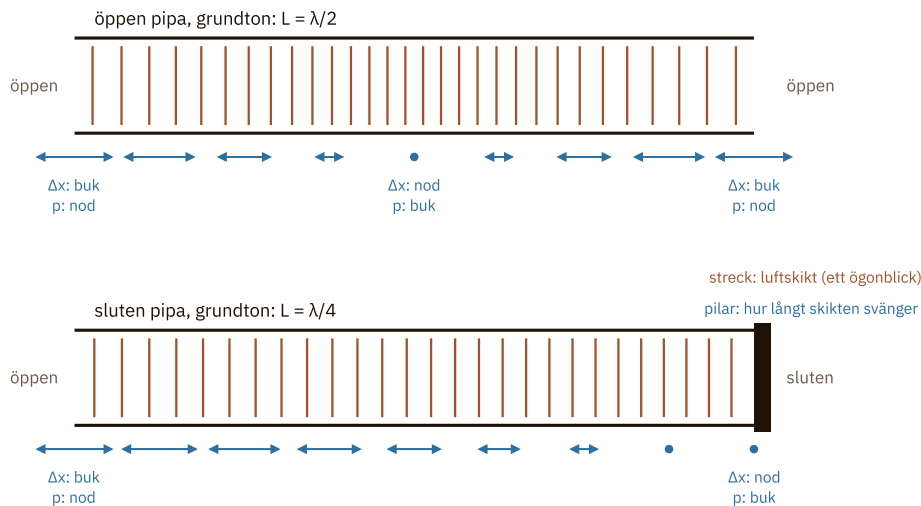
Övertrycket i en ljudvåg är proportionellt mot förskjutningens rumsderivata, med bulkmodulen B som konstant:

$$p(x, t) = -B \frac{\partial \Delta x(x, t)}{\partial x}$$

Eftersom trycket är *derivatan* av förskjutningen är de två mönstren förskjutna ett kvarts varv mot varandra: där förskjutningen har nod har trycket buk, och omvänt. Det är därför randvillkoren måste hållas isär.

- **Sluten ände.** Luften kan inte röra sig genom väggen, så förskjutningen har nod — och trycket buk.
- **Öppen ände.** Trycket måste matcha den omgivande luftens, så trycket har nod — och förskjutningen buk.

Resten av noten räknar på förskjutningen.



Luftskikten i pipan vid grundtonen, i ett ögonblick, och hur långt de svänger (pilarna). Vid en öppen ände svänger luften mest (förskjutningsbuk) medan trycket ligger fast; vid den slutna änden står luften still (förskjutningsnod) medan trycket varierar mest.

2. Öppen pipa

Är båda ändarna öppna ska det vara buk i var ände. Precis som för **strängen** rymmer pipan då ett helt antal halva våglängder:

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

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

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Alla heltal är tillåtna. Med

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

Fysika: Fc1 (i formen $v = f \cdot \lambda$)

blir frekvenserna

$$f_n = \frac{nv}{2L}$$

Här är v **ljudhastigheten** i luften, inte någon egenskap hos pipan — en varmare pipa klingar högre utan att ha ändrat form.

3. Sluten pipa

Är ena änden stängd krävs nod där och buk i den öppna änden. Kortaste avståndet mellan en nod och en buk är en kvarts våglängd, så grundtonen ger

$$L = \frac{\lambda_1}{4}$$

Nästa möjliga mönster lägger till en halv våglängd i taget:

$$L = \frac{3\lambda_3}{4}$$

$$L = \frac{5\lambda_5}{4}$$

Mönstret blir

$$\lambda_n = \frac{4L}{n}$$

men bara för

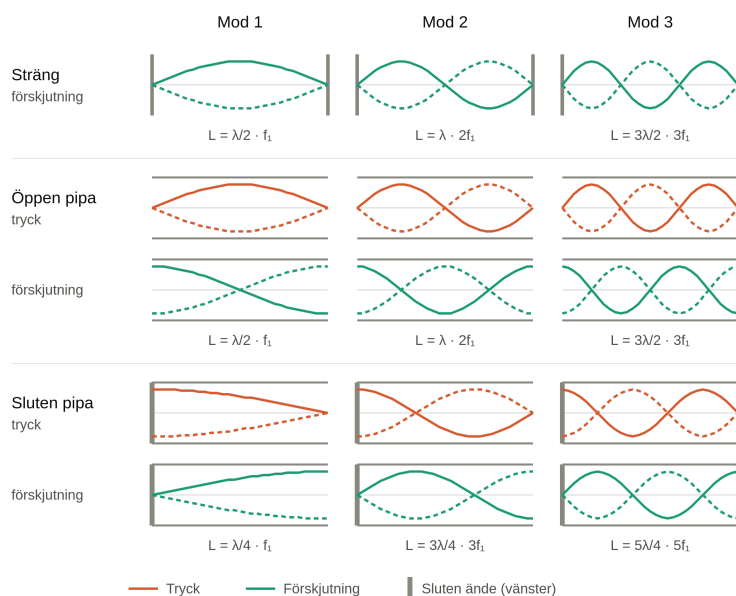
$$n = 1, 3, 5, \dots$$

De jämna talen faller bort — de skulle kräva nod eller buk i fel ände. Frekvenserna blir därmed

$$f_n = \frac{nv}{4L}$$

4. Jämförelse

	Öppen pipa	Sluten pipa
Randvillkor	buk–buk	nod–buk
Våglängder	$\lambda_n = \frac{2L}{n}$	$\lambda_n = \frac{4L}{n}$
Frekvenser	$f_n = \frac{nv}{2L}$	$f_n = \frac{nv}{4L}$
Tillåtna n	1, 2, 3, ...	1, 3, 5, ...

Öppen
pipaSluten
pipa

Två skillnader följer direkt ur tabellen. Vid samma längd är den slutna pipans grundton hälften så hög som den öppna pipans, alltså en oktav djupare — en sluten pipa kan göras hälften så lång för samma ton. Och eftersom bara udda n är tillåtna saknar den slutna pipan varannan överton, vilket ger den en tydligt annan klangfärg.

Läsning

- [16.4 Standing Sound Waves and Normal Modes](#)
- [16.5 Resonance and Sound](#)

Se även

- [Stående våg](#)
- [Svängningsmoder](#)
- [Ljudvåg](#)
- [Ljudets hastighet](#)
- [Ljudintensitet och ljudnivå](#)

Resurser

- [Wikipedia: Acoustic resonance](#)

