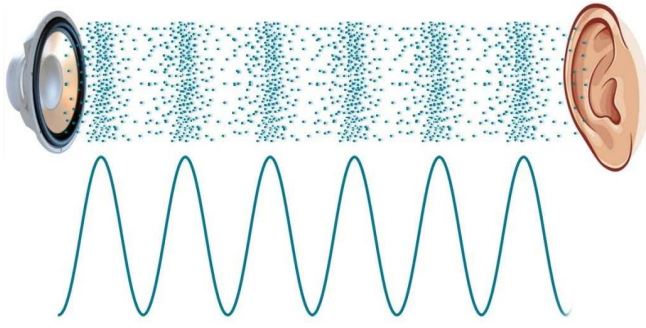


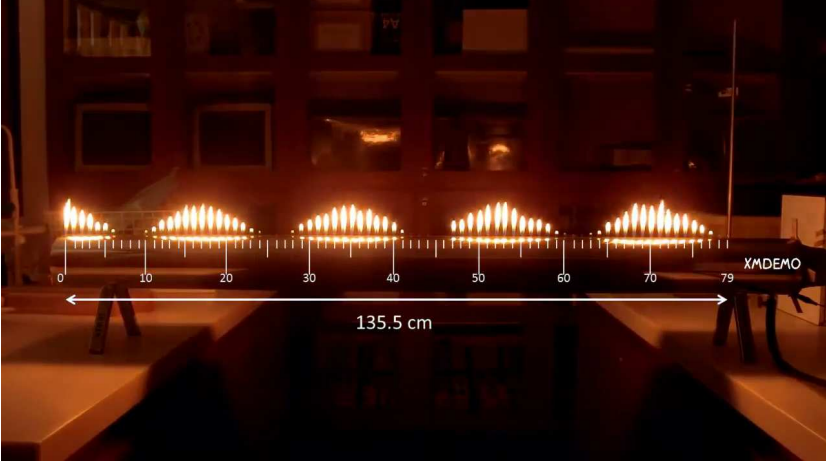
Lyd og lydbølger

© Kredit: Mike Vandal Auerbach, *Bølger*, Version 1.0, 19. maj 2022

Lydbølger udbreder sig ved at luftens molekyler sættes i svingninger hvorved der skabes en bølge af lufttryk. Molekylerne svinger frem og tilbage i bølgens udbredelsesretning, og der dannes herved en længdebølge der består af skiftevist højt og lavt tryk.



At lyd er en bølge af lufttryk kan blandt andet vises ved et såkaldt flammeorgel som vist i billedet nedenfor. Et flammeorgel består af et metalrør med en masse små huller langs røret.



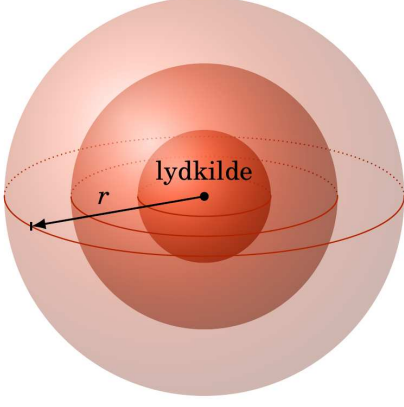
Metalrøret fyldes med en brændbar gas som tændes ved de små huller i røret så man kan se en række flammer. I rørets ene ende sendes nu en lyd ind i røreret og der opstår heraf en trykbølge i røret, som kan ses ved flammernes varierende størrelse. Når man varierer tonen af lyden vil man ses at bølgelængden på flammerne vil ændre sig.

Lyd udbreder sig med forskellig fart i forskellige materialer, se tabellen nedenfor.

Materiale	Lydens hastighed
Gasser	
Atm. luft (0°C)	331.46 m/s
Atm. luft (20°C)	343.37 m/s
CO2	259.00 m/s
Helium	965.00 m/s
Væsker	
Vand (0°C)	1401.0 m/s
Vand (20°C)	1483.2 m/s
Ethanol	1160.0 m/s

Lydstyrke

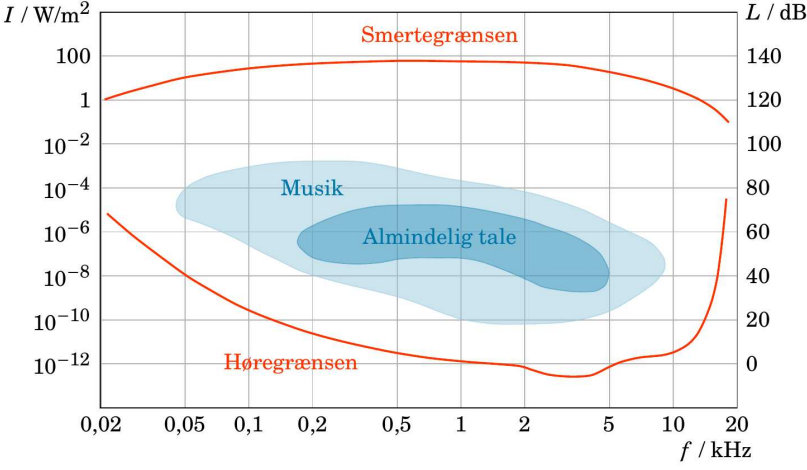
Bølger transporterer energi. Dvs. en lydbølge der bevæger sig afsted transporterer en bestemt mængde energi pr. tid. Bølgen har altså en bestemt effekt, P . Men idet lydbølger udbreder sig som ringbølger, vil denne effekt spredes over et større og større areal. Derfor vil en lyd altid høres højere jo tættere man er på lydkilden. På figuren nedenfor ses en illustration af hvordan en lydbølge bevæger sig udad fra lydkilden som en sfærisk bølge.



Det giver derfor mening at kigge på lydbølgens effekt pr. areal, denne størrelse kaldes intensiteten. Hvis lydbølgens bølgefront ligger på en kugleskal med radius r , finder man intensiteten ved at dividere effekten med arealet af denne kugleskal, dvs. intensiteten bliver:

$$I = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2}$$

Intensiteten af en lydbølge afgør hvor høj lyden opfattes. Hvis intensiteten er meget lav, kan lyden slet ikke opfanges af det menneskelige øre. Figuren herunder viser høreområdet for det menneskelige øre. Som det fremgår af figuren er den laveste intensitet man kan opfange, afhængig af lydens frekvens. Mennesker kan høre lyde med frekvenser mellem ca. 20 Hz og 20 kHz, men inden for dette frekvensområde er der en del forskel på hvor høj lydens intensitet skal være for at man kan høre den. En generel tommelfingerregel er dog at den laveste intensitet øret kan opfange, er $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.



På figurens højre side er lydstyrken angivet i enheden decibel (dB). Denne beregnes ud fra intensiteten vha. den følgende formel:

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ [dB]}$$

Som det fremgår af figuren ovenfor og eksemplet ovenfor bliver lydstyrken 10 dB større hver gang intensiteten af lyden bliver 10 gange så høj. Lydstyrken af nogle forskellige fænomener kan ses på figuren herunder.

