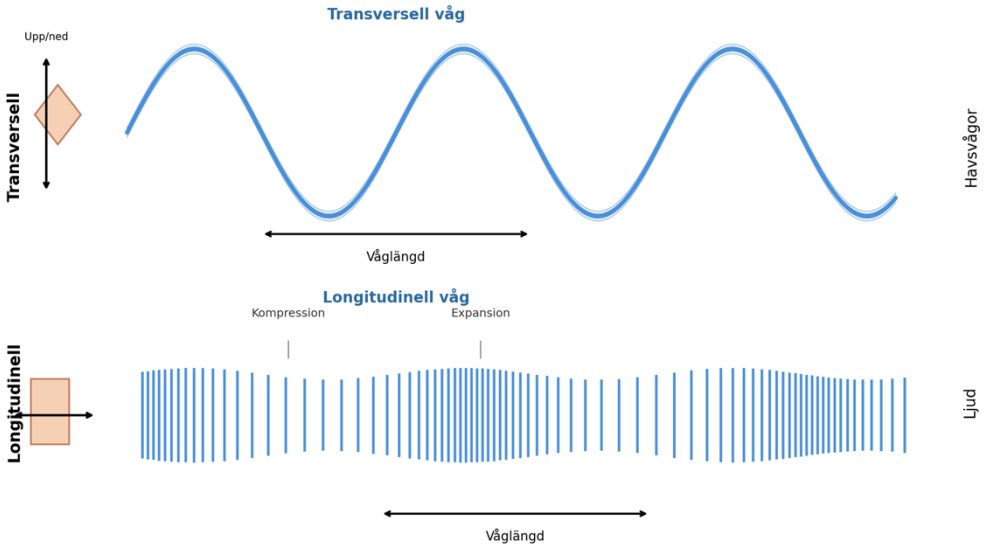
Vågrörelser

I fysik 1 betraktade vi ljuset som vågrörelse med hastigheten $c = f \cdot \lambda$. Samma samband mellan hastighet, frekvens och våglängd gäller för en mängd andra vågrörelser som ex v vattenvågor, ljudvågor och elektrisk ström.



$$v = f \cdot \lambda$$

*) Observera att vågrörelsen kan överföra energi trots att varje partikel rör sig vertikalt upp och ned i en transversell våg.

Stående vågor i en sträng

Om man spänner fast en sträng i dess ändar (som i en gitarr) kommer strängen att vibrera med visa konkrekta frekvenser. Vågens utbredningshastighet påverkas också av spännkraften F, strängens densitet ϱ och tvärsnittsarean A.

Grundsvängningen



f_1
$L = \lambda_1/2$
$n = 1$

1:a översvängningen



$f_2 = 2f_1$
$L = \lambda_2$
$n = 2$

2:a översvängningen

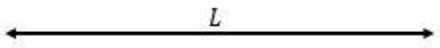


$f_3 = 3f_1$
$L = 3\lambda_3/2$
$n = 3$

3:e översvängningen



$f_4 = 4f_1$
$L = 2\lambda_4$
$n = 4$

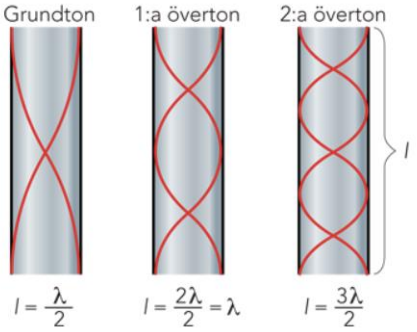


$$\lambda = \frac{1}{n} \cdot 2L$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\varrho \cdot A}}$$

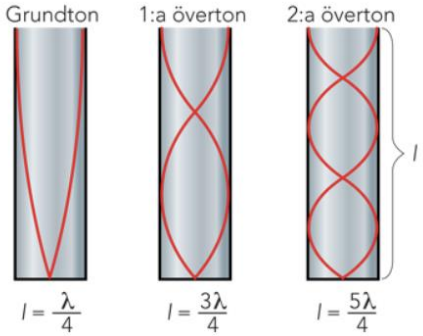
*) Notera att avståndet mellan två egensvängningar alltid är $\frac{\lambda}{2}$

Stående vågor i en rörpipa



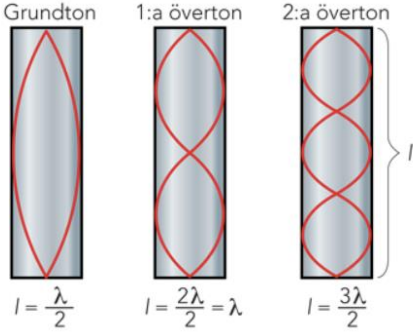
Öppen i bägge ändar

$$\lambda = \frac{1}{n} \cdot 2L$$



Öppen i den ena änden

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



Sluten i bägge ändar

$$\lambda = \frac{1}{n} \cdot 2L$$

Ljudvågor

I ljudvågor är det atomer som rör sig och fortplantar ljudvågen i ett medium som kan vara fast, flytande eller i gasform. Ljud rör sig olika snabbt i olika medium och beror även på temperaturen. I luft är ljudhastigheten ca 340 m/s.

Vid åskväder ser man blixten innan man hör åskdånet. Genom att räkna antalet sekunder däremellan kan man få en uppskattning hur långt borta blixten har slagit.

Ljudets hastighet i luft:

$$v = 331.4 \cdot \sqrt{\frac{T}{273}}$$

(Vid normala förhållanden är ljudhastigheten ca 340 m/s)

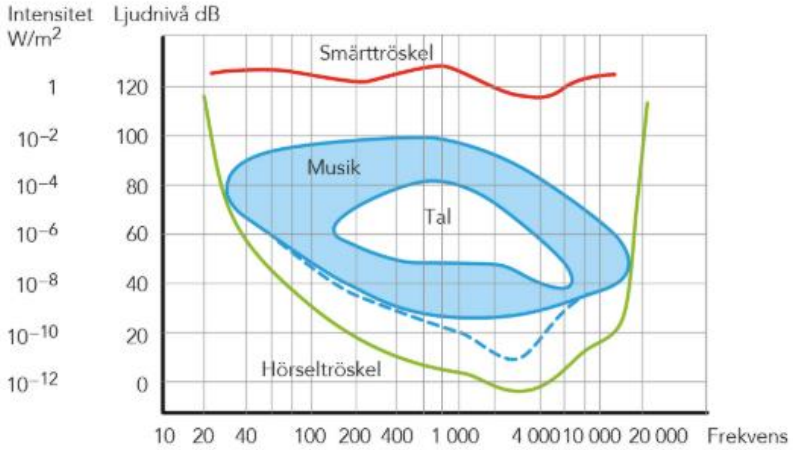
Medium	Ljudhastighet (m/s)
Stål	6000
Aluminium	5000
Järn	5000
Ek	4000
Is	4000
Vatten	1500
Mjuk kroppsvävnad	1500
Helium	970
Vattenånga	500
Luft	340
Svavelhexafluorid	150

*) Notera att luften är kallare på hög höjd. Därför är också ljudhastigheten relativt ett flygplan på hög höjd lägre än på marknivå.

Ljud och hörsel



Människans hörsel sträcker sig mellan 20 Hz och 20 000 Hz. Den övre gränsen blir dock i regel lägre med åldern. Frekvenser under och över det hörbara området kallas infraljud respektive ultraljud.



Ljudintensitet: $I = \frac{P}{A}\ [w/m^2]$

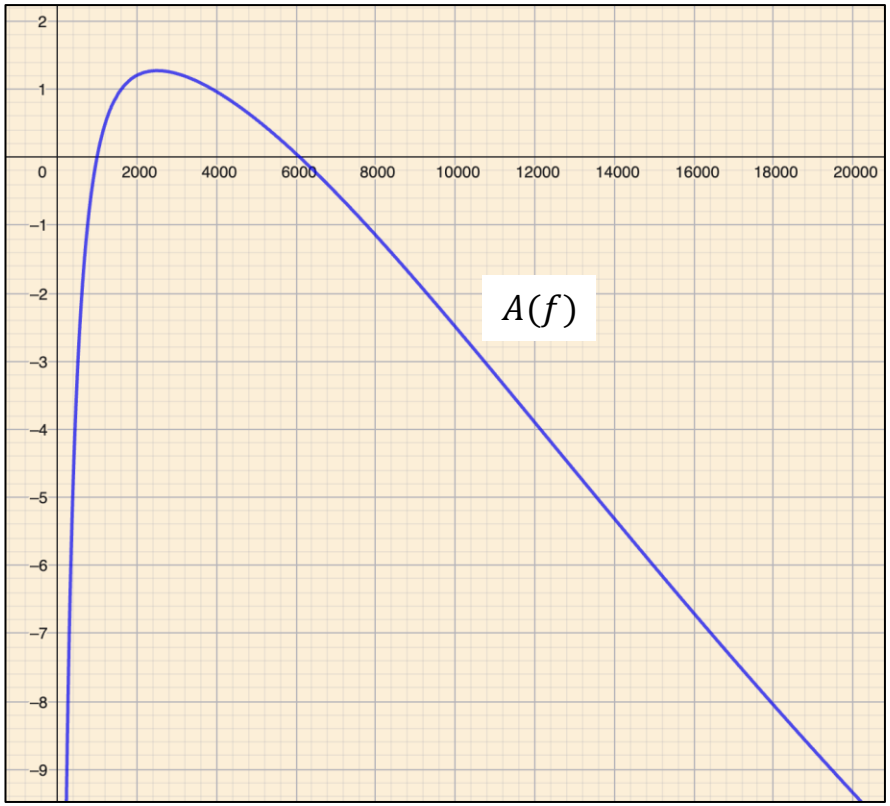
$A = 4\pi r^2$ (arean av en sfär)

Ljudnivå: $L_{dB} = 10 \cdot \lg(I \cdot 10^{12})\ \ [dB]$

*) Förutom att intensiteten och därmed ljudnivån sjunker med avståndet från ljudkällan påverkas den också av så kallad attenuering p g a bland annat energiförlust längs vägen.

dB(A) – Justering för upplevd ljudninvå

Människans hörsel är mindre känslig för mycket låga resp. mycket höga frekvenser. För att ta hänsyn till detta finns en standardiserad så kallad A-vägning där $dB(A) = L_{dB} + A(f)$.



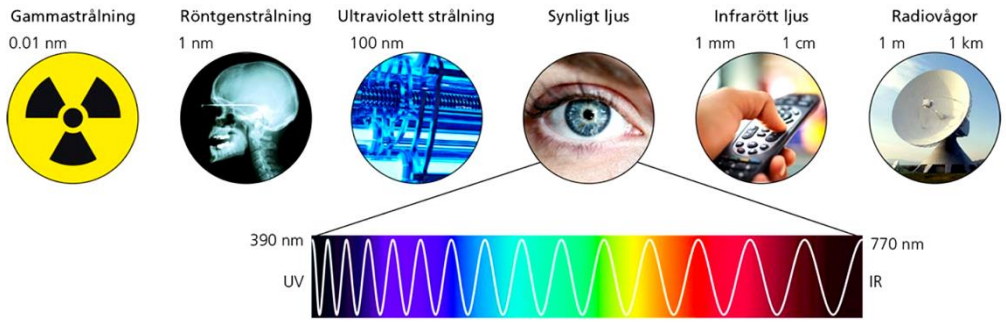
Exempel:
En ljudnivå på $60dB$ upplevs som $60 - 3 = 57dB$ vid frekvensen $f = 500Hz$

*) Vid 1000Hz och vid 6000Hz är den upplevda ljudninvån densamma som L_{dB}

Ljus som vågrörelse

Som tidigare behandlats i Fysik 1 kan även ljus betraktas som en vågrörelse (även om det samtidigt också kan betraktas som en ström av photoner). Det synliga frekvensområdet för människan ligger mellan ca 400 och 770 THz vilket motsvarar våglängder mellan 390 och 770 nm. Områdena närmast med högre och lägre frekvens än det synliga kallas ultraviolett respektive infrarött ljus.

$$c = f \cdot \lambda$$



Hög energi

Låg energi

*) Notera samma samband mellan hastighet, frekvens och våglängd som för andra vågrörelser. Hastigheten v är i detta sammanhang utbytt mot ljushastigheten c.