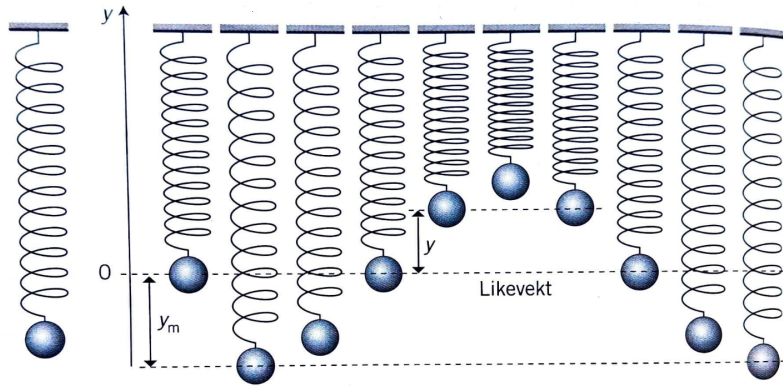
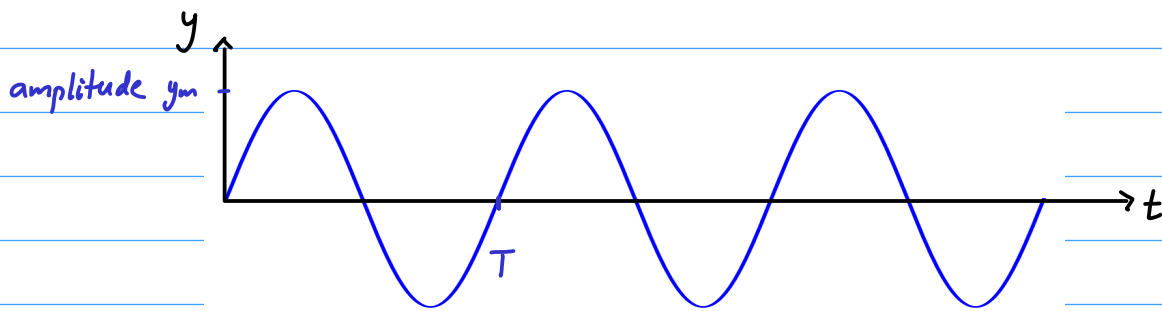


# Svingninger og bølger



Grønnes, Jestad, Sletbak: Grunnleggende fysikk for universitet og høyskole

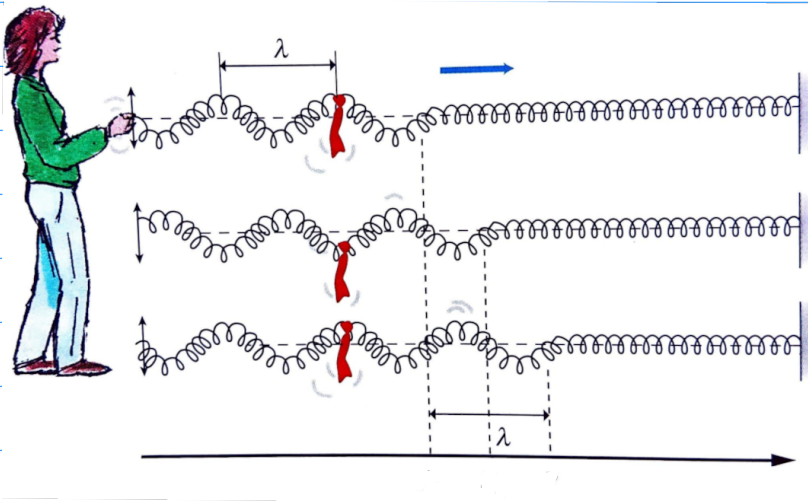


Perioden:  $T$

Frekvens: Antall svingninger per tid:  $f = \frac{1}{T}$   
 $[f] = \frac{1}{s} = \text{Hz} = \text{hertz}$

Påtrykte svingninger og resonans...

Bølger = svingninger som bærer seg



Grimenes, Jestad, Sletbak: Grunnleggende fysikk for universitet og høyskole

Bølgelengde  $\lambda$

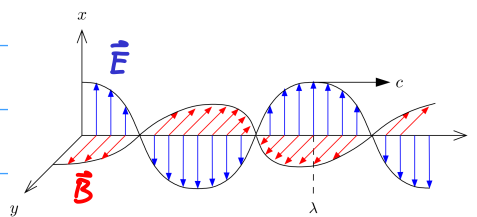
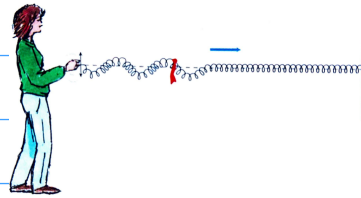
Periode  $T$

Frekvens  $f = \frac{1}{T}$

Bølgefart:  $v = \frac{\text{strekning}}{\text{tid}} = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$  (bølgeformelen)

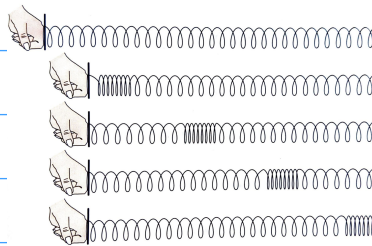
Typer bølger

Tversbølger = transversale bølger:



elmag-bølge

Långsbølger = longitudinale bølger:

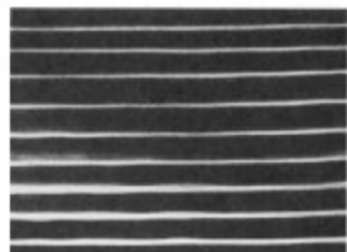
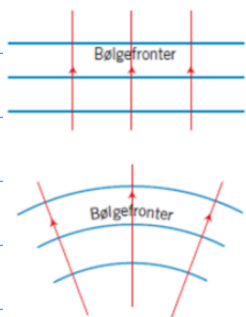


lydbølge

Bølger overfører energi. Energi  $\propto$  (amplitude)<sup>2</sup>

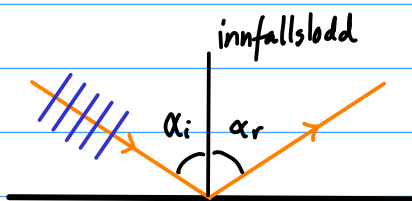
# Refleksjon og brytning

Bølgefronter :



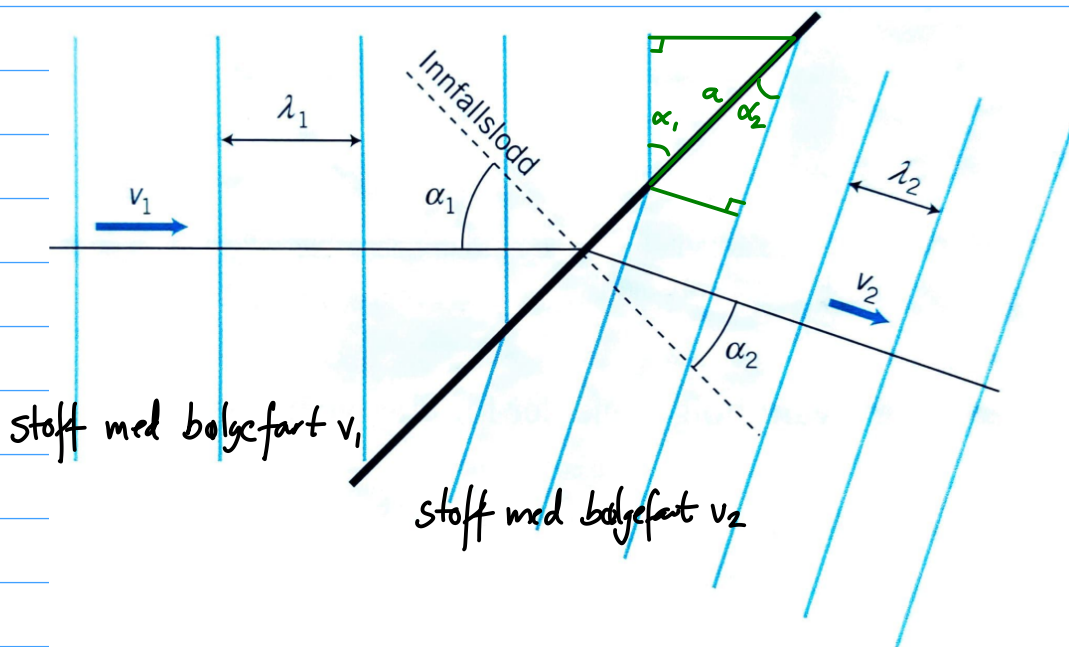
Grimenes, Jestad, Sletbak: Grunnleggende fysikk for universitet og høyskole

Refleksjon :



Refleksjonslov :  $\alpha_i = \alpha_r$

Brytning :



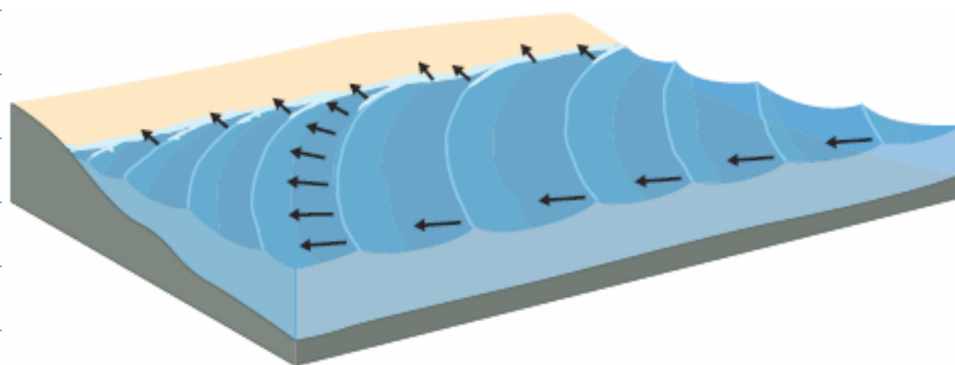
$$\sin \alpha_2 = \frac{\lambda_2}{a}, \quad \sin \alpha_1 = \frac{\lambda_1}{a} \quad \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\lambda_1 a}{\lambda_2 a} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

Bølgeformelen :  $f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}$  (frekvensen lik på begge sider av grenseflata)

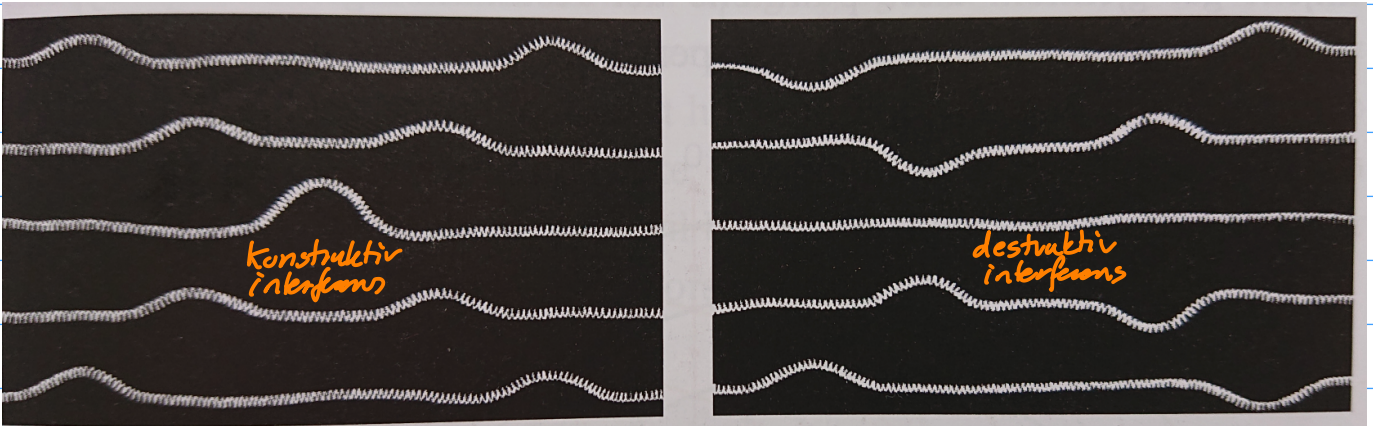
$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Eks: Hvorfor kommer bølger alltid rett inn mot stranda?

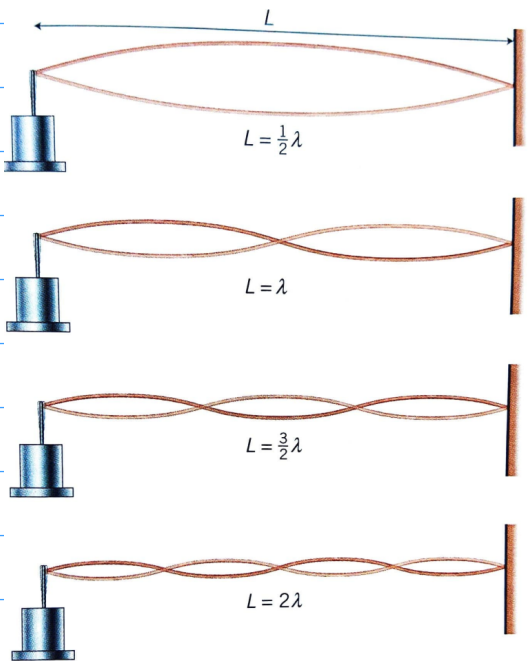


# Overlagring, interferens



Grimenes, Jestad, Sletbak: Grunnleggende fysikk for universitet og høyskole

## Stående bølger, sum (overlagring) av forover- og bakovergående bølger.



$$f_1 = \frac{v}{2L}$$

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

$$f_2 = \frac{v}{L} = 2 \cdot f_1$$

$$f_3 = \frac{v}{\frac{2}{3}L} = 3 \cdot f_1$$

⋮

Grimenes, Jestad, Sletbak: Grunnleggende fysikk for universitet og høyskole

# Lyd

Lyd er langsbølger :



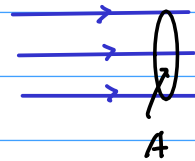
Lydfart luft (vanlig temp og trykk):  $v = 340 \frac{m}{s}$

Øret kan høre  $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$

$$\left(\lambda = \frac{v}{f}\right)$$

$$17 \text{ m} > \lambda > 1,7 \text{ cm}$$

Lydintensitet:  $I = \frac{P}{A} = \frac{\text{effekt}}{\text{areal}}$



Lydintensitetsnivå:  $L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ dB} \leftarrow \text{desibel}$

$$\leftarrow I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2} = \text{normal høreterskel}$$

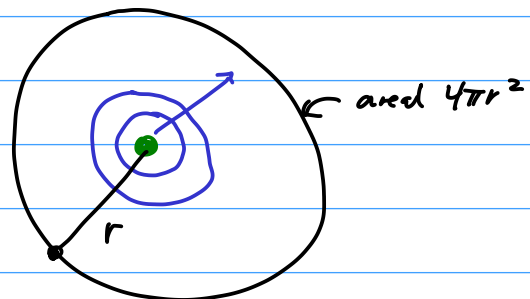
Lydintensitet og lydintensitetsnivå

$\frac{I}{W/m^2}$	$\frac{L}{dB}$	
$10^2$	140	Smertegrense for hørselen
10	130	Flymotor 50 m unna, propeller og jet
1	120	Ubehagelig for hørselen
$10^{-1}$	110	Sterk industristøy. Diskotek
$10^{-2}$	100	Pressluftbor. Stort orkester
$10^{-3}$	90	Mindre verksteder
$10^{-4}$	80	1 svømmehall. Sterkt trafikkert gate
$10^{-5}$	70	Cocktailselskap
$10^{-6}$	60	Radio, stuevolum
$10^{-7}$	50	Konversasjon. Stille gater
$10^{-8}$	40	Fortrolig samtale
$10^{-9}$	30	Hvisking
$10^{-10}$	20	Tikking av ur. Skogsus. Øresus
$10^{-11}$	10	Rasling av ospelov
$10^{-12}$	0	Høreterskelen

Eks: En høyttaler sender ut lyd med effekt 1W

like sterkt i alle retninger. Hva er lydintensiteten og -nivået 10m borte?

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{1W}{4\pi(10m)^2}$$
$$= \underline{8,0 \cdot 10^{-4} \frac{W}{m^2}}$$



$$L = 10 \cdot \log \left(\frac{8,0 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}}\right) \text{ dB}$$
$$= \underline{89 \text{ dB}}$$