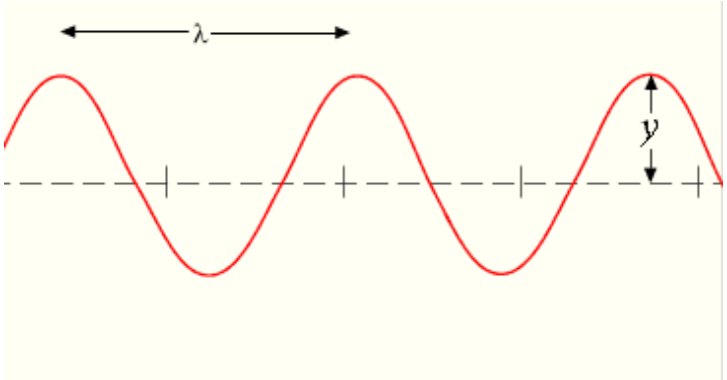
1.4 Mekaanisen aaltoliikkeen synty ja eteneminen

1.4 Mekaanisen aaltoliikkeen synty ja eteneminen

- **Mekaanine aaltoliike** on liikettä, jossa *häiriö etenee väliaineessa.*
- Aine ei etene, ainoastaan energia!
- Eteneminen perustuu siihen, että värähtelevä hiukkanen siirtää energiaa pikku hiljaa *kytkennän* takia naapurihiukkaselle. Voimakas kytkentä $\Rightarrow$ nopea energia siirto $\Rightarrow$ nopeampi aalto.
- Aaltoliike voidaan jakaa kahteen luokkaan:
- **Poikittaisessa aaltoliikkeessä** värähtelyt tapahtuvat poikittain aallon kulkusuuntaa vasten. Esimerkiksi aallot vedessä.
- **Pitkittäisessä aaltoliikkeessä** värähtelyt tapahtuvat aallon etenemissuunnan suunnassa. Esimerkiksi ääni ilmassa.

Käsitteitä

- Nesteissä ja kaasuissa voi edetä vain pitkittäinen aaltoliike (poikittaiset palautusvoimat ovat liian pieniä). Kiinteässä aineessa molemmat.
- **Vaihe** kuvaa värähtelijän liiketilaa. Värähtelijän asema ja liiketila määräävät hetkellisen vaiheen.
- **Aallonpohja** ja **aallonharja** ovat ovat värähdysliikkeen ääriasemia, joissa värähtelijän etäisyys tasapainoasemasta on värähdysliikkeen **amplitudi**.
- Kahden peräkkäisen samanvaiheisen värähtelijän välinen etäisyys on **aallonpituus**, jota merkitään kirjaimella lambda λ ($[\lambda] = m$).
- Alla olevassa kuvassa aallonpituus on λ ja amplitudi y.



Mekaanisen aaltoliikkeen eteneminen

- Lasketaan aallon nopeus. Tiedämme, että aalto etenee aallonpituuden λ värähdysajassa T. Siis saamme

$$\begin{aligned} v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{\lambda}{T} = \frac{1}{T} \cdot \lambda = f\lambda \end{aligned}$$

- Saimme **aaltoliikkeen perusyhtälön**

$$v = f\lambda$$

- Aaltolähde määräät aajuuden ja värähdysajan (vrt. jouseen synnytetty aaltoliike).
- Aaltoliikkeen perusmuoto on $y = \sin(x)$.

Esimerkki

Ihmisen kuuloalue on noin 20–20 000Hz. Millä välillä on ihmisen kuulemien äänien aallonpituus, kun äänen nopeus ilmassa on n. $330\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

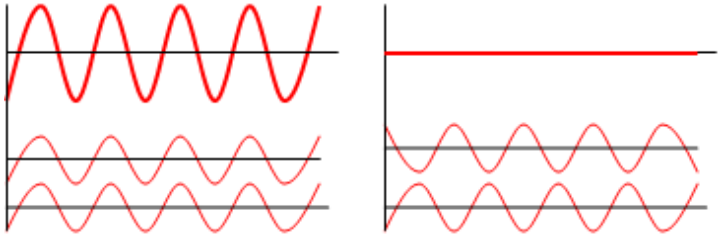
Aaltorintama

- Viivaa, joka yhdistää aallon samassa vaiheessa olevia värähtelijöitä, sanotaan **aaltorintamaksi**. Sen etenemisnopeus on $v = f\lambda$.
- Esimerkiksi veteen tiputetaan kivi $\rightarrow$ aaltorintama etenee ympyrän muotoisena tiputuspisteestä joka suuntaan. Huomaa, että vesi ei etene!
- Ilmassa ääni taas etenee pallomaisesti joka suuntaan.
- Väliaineessa aaltoliike vaimenee ja muuttu lämmöksi (kitka).

1.5 Aaltoliikkeiden yhteisvaikutus: interferenssi

1.5 Aaltoliikkeiden yhteisvaikutus: interferenssi

- Kun kaksi tai useampi aalto etenee samassa pisteessä havaitaan näiden aaltojen yhteisvaikutus (ei siis yksittäisiä aaltoja).
- Ilmiötä kutsutaan **interferenssiksi**.
- Pulssit vahvistavat toisiaan jos ne poikkeavat tasapainoasemasta *samaan suuntaan*.
- Vastaavasti heikentävät toisiaan jos ne poikkeavat *vastakkaisiin suuntiin*.
- Esimerkiksi kun aallot omat *samassa vaiheessa* tai *vastakkaisessa vaiheessa* ja niillä on sama aallonpituus: täydellinen vahvistava- tai heikentävä interferenssi:



- Aallot noudattavat (yleensä) **superpositioperiaatetta**: summa-aalto saadaan laskemalla yhteen aaltojen poikkeamat tasapainoasemasta (merkki huomioitava).
- Interferenssi näkyy hyvin erityisesti **difraktiossa**, mihin palataan myöhemmin.

Huygensin periaate

- Aaltorintaman etenemistä voidaan kuvata Huygensin periaatteella, jonka mukaan:
- *Jokaista aaltorintaman pistettä voidaan pitää uuden alkeisaallon syntymäkohtana. Alkeisaallot interferoivat keskenään ja muodostavat uuden aaltorintaman.*
- Esimerkki: Veden aaltojen pallomainen leviäminen Huygensin periaatteella.
- Esimerkki: Väliaineessa oleva este aiheuttaa **taipumisen** eli **difraktion**.