

13 Ääni aaltoliikkeenä

Ääni on

- väliaineessa etenevää
- pitkittäistä aaltoliikettä, joka
- aiheuttaa kuuloaistimuksen

Ihminen kuulee ääniä, joiden taajuus on $20 \text{ Hz} < f < 20 \text{ kHz}$.

maalis 18-13:16

Ääniaallot voivat aaltoliikkeen yleisten ominaisuuksien mukaisesti

- heijastua (KAIKU)
- taittua ja
- kokonaisheijastua

Kokonaisheijastus voi syntyä esimerkiksi ilman ja veden rajapinnasta.

maalis 18-13:26

Äänen nopeuden lämpötilariippuvuus

Kaasumaisessa aineessa, kuten ilmassa, äänen etenemisnopeus on suoraan verrannollinen absoluuttisen lämpötilan neliöjuureen, ts.

Lämpötilassa T_1 nopeus $v_1 = k\sqrt{T_1}$, $k = \text{vakio}$

Lämpötilassa T_2 nopeus $v_2 = k\sqrt{T_2}$

Verranto: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\cancel{k}\sqrt{T_1}}{\cancel{k}\sqrt{T_2}}$ eli

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{T_1}}{\sqrt{T_2}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \quad | \cdot v_2 \quad \text{eli} \quad \boxed{v_1 = v_2 \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}} \quad \text{MAOL s. 129}$$

maalis 19-14:11

Dopplerin ilmiö

IDEA: Havaittava taajuus muuttuu, jos aaltolähde ja havaitsija liikkuvat toistensa suhteen (eli etääntyvät tai lähestyvät, suoraan tai vinosti).

maalis 24-11:43

Oletetaan, että aallolähde lähestyy havaittajaa nopeudella v . Jos $v = 0$, aaltoliikkeen perusyhtälö on

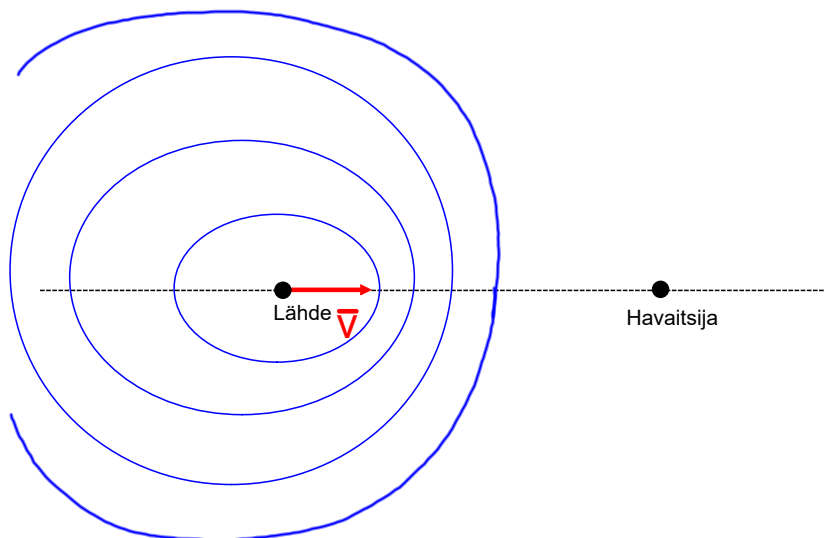
$$c_0 = \lambda_0 f_0$$

c_0 = etenemisnopeus

λ_0 = aallonpituus

f_0 = taajuus

maalis 24-11:46



maalis 24-11:48

Etenemisnopeus säilyy: $c = c_0$.

Aallonpituus pienenee: $\lambda = \lambda_0 - vT_0$.

Havaittava taajuus

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c_0}{\lambda_0 - vT_0} = \frac{c_0 f_0}{\underbrace{\lambda_0 f_0}_{c_0} - \underbrace{vT_0 f_0}_1}$$

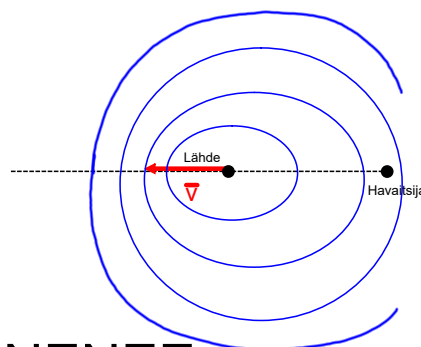
$$= \underbrace{\frac{c_0}{c_0 - v}}_{\geq 1} f_0 \geq f_0$$

Siis $f \geq f_0$ eli taajuus SUURENEE.

maalis 24-11:52

Jos vastaavasti aaltolähde loittonee nopeudella v , vastaavanlainen tarkastelu antaa tuloksen

$$f = \frac{c_0}{\underbrace{c_0 + v}_{\leq 1}} f_0 \leq f_0$$



eli havaittava taajuus PIENENEE.

maalis 24-12:01

Doppler-ilmiö voidaan havaita myös sähkömagneettisilla aalloilla, kuten valolla.

Tähtitieteessä havaitaan tähden lähettämän valon **PUNASIIRTYMÄ**, kun tähti loittonee maapallosta, ja **SINISIIRTYMÄ**, kun kaukainen tähti tulee meitä kohti.

helmik. 23-13.15

helmi 24-13:02