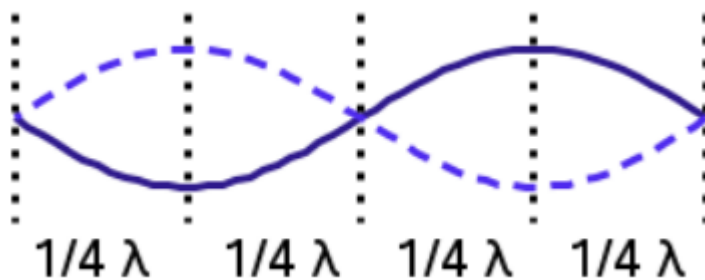


7.3 Seisova aalto

7.3 Seisova aalto

- Kun kaksi vastakkaisesti suuntiin etenevää aaltoa kohtaa, aaltojen interferenssin seurauksena syntyy seisova aalto, jos aalloilla on sama taajuus ja sama aallonpituus.
 - Seisovan aallon paikallaan pysyvät kohdat ovat seisovan aallon **solmuja**.
 - Kohdat, joissa värähtelijöiden liike on laajinta, ovat seisovan aallon **kupuja**.
- Perustaajuus on pienin seisovan aallon *ominaistaajuus*, joka värähtelijään voi syntyä.
- Soittimien äänissä kuuluu perustaajuuksien lisäksi ylävärähtelyjen taajuuksia, jotka muodostavat *harmonisen sarjan*.

huom, aallon voi jakaa neljäsosiin näin:



ESIM1

Molemmista päistä jännitetyn kielen (molemmista päistä avoimen putken) perustaajuus on f_1 . Mitkä ovat ylätaajuuudet?

Kielen pituus on L , joten perustaajuudessa aalto on puolikas kielestä (tai kokonaiseen aaltoon tarvittaisiin kaksi kielen pituutta)

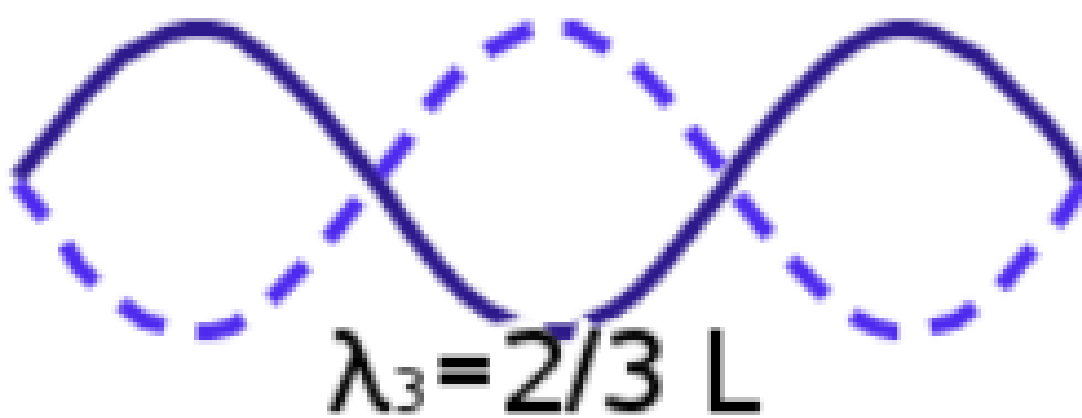
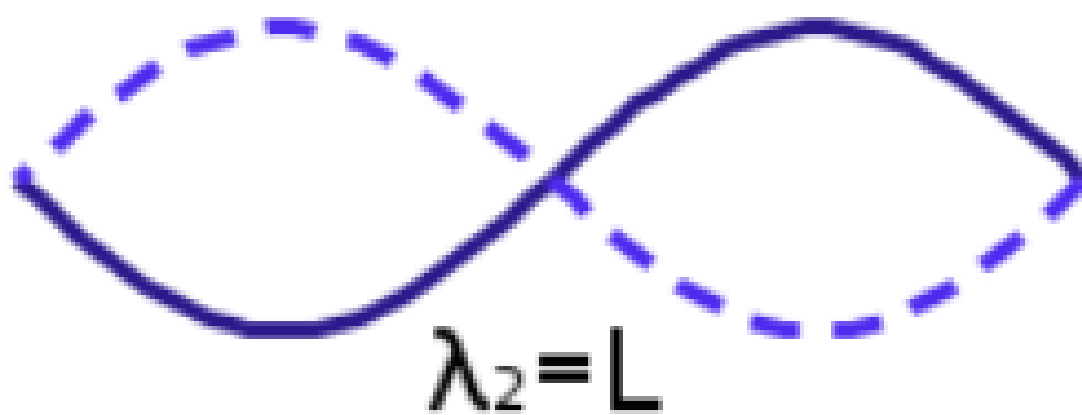
$$L = \frac{1}{2} \lambda_1 \quad \text{eli} \quad \lambda_1 = 2L$$

Perustaajuus on siis aaltoliikkeen perusyhtälön $v = \lambda f$ mukaan:

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L}$$

Toinen taajuus (1. ylätaajuus) tulee, kun on kaksi kupua eli kielessä yksi aalto:


L



$$\lambda_2 = L = \frac{1}{2} \cdot 2L$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{\frac{1}{2} \cdot 2L} = 2 \cdot \frac{v}{2L} = 2f_1$$

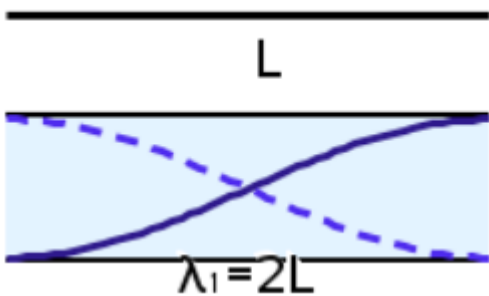
Kolmas taajuus on, kun on kolme kupua eli kielessä 3/2 aaltoa:

$$L = \frac{3}{2} \lambda_3 \quad \text{eli} \quad \lambda_3 = \frac{2}{3} L = \frac{1}{3} \cdot 2L$$

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{v}{\frac{1}{3} \cdot 2L} = 3 \cdot \frac{v}{2L} = 3f_1$$

Siis: taajuudet noudattaa kaavaa $f_1, 2f_1, 3f_1, \dots$ ($f_n = n f_1$)

Molemmista päistä avoin putki noudattaa samaa kaavaa.



(putkessa on kaksi neljäsosa-aaltoa)

ESIM2

Toisesta päästä avoimen putken perustaajuus on f_1 . Mitkä ovat ylätaajuudet?

Putkessa syntyy kupu avoimeen päähän ja solmu suljettuun päähän.
Ylätaajuudet kuten kuvassa, aina tulee yksi kupu lisää.

Kielen pituus on L, joten perustaajuudessa:

$$L = \frac{1}{4} \lambda_1 \quad \text{eli} \quad \lambda_1 = 4L$$

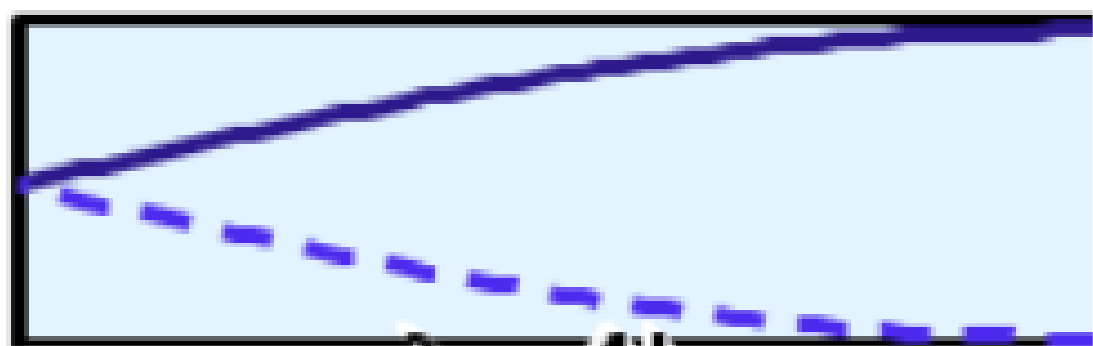
Perustaajuus on siis aaltoliikkeen perusyhtälön $v = \lambda f$ mukaan:

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L}$$

Toinen taajuus (1. ylätaajuus) tulee, kun on kaksi kupua:

$$\lambda_2 = \frac{4}{3} L = \frac{1}{3} \cdot 4L$$

L



$$\lambda_1 = 4L$$



$$\lambda_2 = \frac{4}{3}L$$



$$\lambda_3 = \frac{4}{5}L$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{\frac{1}{3} \cdot 4L} = 3 \cdot \frac{v}{4L} = 3f_1$$

Kolmas taajuus on, kun on kolme kupua:

$$L = \frac{5}{4} \lambda_3 \quad \text{eli} \quad \lambda_3 = \frac{4}{5} L = \frac{1}{5} \cdot 4L$$

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{v}{\frac{1}{5} \cdot 4L} = 5 \cdot \frac{v}{4L} = 5f_1$$

Siis: taajuudet noudattaa kaavaa $f_1, 3f_1, 5f_1, \dots$ ($f_n = (2n - 1) f_1$)

ESIM3

Onko nokkahuilu molemmista päistä avoin putki vai toisesta päästä suljettu?

FFT-muunnos