

## FY5: Jaksollinen liike ja aallot, koe 2

24.9.2018

## 1. Selitä käsitteet

- a) **resonanssi:** Ilmiö, joka voi tapahtua, jos kahdella kappaleella on sama ominaisvärähtelytaajuus. Ilmiössä värähtely siirtyy kappaleesta toiseen.
- b) **harmoninen voima:** Voima, joka on suoraan verrannollinen tasapainoasemasta mitattuun etäisyyteen ja suuntautuu aina tasapainoasemaa kohti, esimerkiksi jousivoima.
- c) **poikittainen aaltoliike:** Aaltoliikettä, jossa yksittäiset värähtelyt tapahtuvat kohtisuorasti aaltoliikkeen etenemissuuntaa vastaan.
- d) **mekaaninen aaltoliike:** Aaltoliikettä, joka vaatii väliaineen edetäkseen, esimerkiksi ääni.
- e) **amplitudi:** Värähtelijän suurin poikkeama tasapainoasemasta.
- f) **jousivakio:** Jousen jäykkyyttä kuvaava suure. Sen suuresymboli on  $k$  ja SI-järjestelmän mukainen yksikkö on  $N/m$ .

2.  $L = 85 \text{ cm}$  ja  $f = 440 \text{ Hz}$ 

Kielessä on yhteensä 6 solmua ja 5 kupua. Kielen pituuden ja värähtelyn aallonpituuden välillä on yhteys  $L = \frac{5}{2}\lambda$ , joten  $\lambda = \frac{2}{5}L = \frac{2}{5} \cdot 85 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$ .

Aaltojen etenemisnopeus saadaan aaltoliikkeen perusyhtälöstä:

$$v = f\lambda = 440 \text{ Hz} \cdot 34 \text{ cm} = 440 \frac{1}{s} \cdot 0,34 \text{ m} = 149,6 \frac{\text{m}}{s} \approx 150 \frac{\text{m}}{s}.$$

Perusvärähtelyn taajuus:

Yksinkertaisimmissa tilanteissa kielen molemmissa päissä on solmut ja keskellä kupu, jolloin

$$L = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 2L = 2 \cdot 85 \text{ cm} = 170 \text{ cm} = 1,70 \text{ m}$$

$$v = f\lambda \Leftrightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{149,6 \frac{\text{m}}{s}}{1,70 \text{ m}} = 88 \text{ Hz}$$

3.  $m = 140 \text{ g} = 0,14 \text{ kg}$ ,  $x = 8,0 \text{ cm} = 0,080 \text{ m}$

a) Jousivakio:

$$\text{Jousivoima: } F = -kx$$

$$k = \left| -\frac{F}{x} \right| = \left| \frac{G}{x} \right| = \frac{mg}{x} = \frac{0,14 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{0,080 \text{ m}} = 17,1675 \dots \text{ N/m} \approx 17 \text{ N/m}$$

b) Värähdysaika

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{0,14 \text{ kg}}{17,1675 \dots \text{ N/m}}} = 0,5674 \dots \text{ s} \approx 0,57 \text{ s}$$

4. Ääni

a) Aaltoliikkeen perusyhtälöstä

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1\,440 \text{ m/s}}{125 \text{ Hz}} = 11,52 \text{ m} \approx 11,5 \text{ m}$$

b) 1) Kokonaisheijastuksessa aaltoliike ei läpäise rajapintaa, vaan se heijastuu rajapinnasta. 2) Kokonaisheijastus tapahtuu, kun aaltoliike tulee aalto-opillisesti (tai ääniopillisesti) tiheämmästä aineesta harvempaan aineeseen (rajapinnassa äänen nopeus kasvaa). Ilman ja veden rajapinnasta äänen aaltoliikkeen on tultava ilmasta veteen, jotta kokonaisheijastus voi tapahtua.

c)

$$\sin \alpha = \frac{v_1}{v_2} = \frac{341 \text{ m/s}}{1\,440 \text{ m/s}}$$

$$\alpha \approx 13,698^\circ \approx 13,7^\circ$$

5. Monivalinnat

5.1 Jousen A jousivakio on suurempi kuin B:n

5.2 pienempi jousivakio

5.3 Jaksonaika ei muutu.

5.4 9,8 cm

5.5 valon taajuus

5.6 aaltoliikkeen nopeus pienenee rajapinnan ylityksessä.

6.  $v_l = 78 \text{ km/h}$ ,  $f_0 = 455 \text{ Hz}$ ,  $v = 343 \text{ m/s}$

**a)** Ambulanssin lähestyessä kuulijaa, hänen kuuleman äänen taajuus on

$$f = f_0 \frac{v}{v - v_l} = 455 \text{ Hz} \cdot \frac{343 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s} - \frac{78}{3,6} \text{ m/s}} = 485,6794 \dots \text{ Hz} \approx 490 \text{ Hz}.$$

**b)** Ambulanssin etääntyessä kuulijasta, hänen kuuleman äänen taajuus on

$$f = f_0 \frac{v}{v + v_l} = 455 \text{ Hz} \cdot \frac{343 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s} + \frac{78}{3,6} \text{ m/s}} = 427,9661 \dots \text{ Hz} \approx 430 \text{ Hz}$$