

ELEC-C5250 Akustiikan ja psykoakustiikan perusteet

Aalto-yliopiston sähkötekniikan korkeakoulu

Kevät 2024

Tapio Lokki

Tenttiinlukuohje

Tenttivaatimukseen kuuluu luennoilla ja laskuharjoituksissa käsitellyt aiheet. Eli luentokalvot ja laskuharjoitusten tehtävät ratkaisuihin muodostavat tentissä osattavan materiaalin. Jos ei ole käynyt luennoilla, tai haluaa muuten kerrata niin kannattaa lukea MyCoursesista "Luettavaa-kohdasta löytyvää materiaalia seuraavasti:

- Lahti: Ympäristömelu, luvut 2 ja 3
- Kylliäinen et al.: Talonrakentamisen akustiikka, luvut 2, 5
- Karjalainen: Kommunikaatioakustiikan kirja, soveltuvin osin luvut 1, 2, 4, 5, 6 ja 8

Laskuharjoitusten ratkaisut kannattaa käydä läpi jos ne on osattava hyvin. Huomaa, että harjoitustehtävät ovat varsin yksinkertaisia ja pyrkivät esittelemään erilaisia ilmiöitä. Tenttitehtävissä sen sijaan vaaditaan asioiden ymmärtämistä ja soveltamista ja ovat siten laskuharjoitustehtäviä haastavampia. Laskuharjoituksessa 5 lasketaan kaksi "esimerkkitenttitehtävää".

Ehdottoman tärkeää on aloittaa valmistautuminen ajoissa, sillä materiaalia on suhteellisen paljon!

Tentissä saa käyttää normaalia funktio- tai symbolikalaskinta, mutta muu materiaali on luonnollisesti kielletty!

Kaavakokoelma, johon on kerättyä tentissä mahdollisesti tarvittavia kaavoja. Kaavoja ei tarvitse osata ulkoa, tenttiin tulee lista kaavoista. Toki listassa ei ole selityksiä, joten ennen tenttiä näitä kaavoja kannattaa kerrata ja painaa mieleen.

Dopplerin ilmiö

$$f' = f \frac{c \pm v_0}{c \pm v_s}$$

Snellin laki

$$c_1 \cdot \sin \beta = c_2 \cdot \sin \alpha$$

Massa-jousi-järjestelmän värähtelyn taajuus

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Ilmajousen jousivakio

$$K = \frac{\gamma p A}{l}$$

Helmholtz-resonaattorin jousuvakio ja massa

$$K = \frac{\rho a^2 v^2}{V}, \quad m = \rho a l$$

Äänenpainetaso

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0}, \quad p_0 = 20 \mu Pa$$

Epäkohenttien paineiden summautuminen

$$p = \sqrt{(p_1^2 + p_2^2)}, \quad (\text{epäkoherentit})$$

Epäkohenttien äänenpainetasojen summautuminen

$$L_p = 10 \cdot \lg(10^{L_{p1}/10} + 10^{L_{p2}/10})$$

Äänenpainetaso, kun tiedetään taso (L_{p0}) jollain etäisyydellä (d_0)

$$L_p = L_{p0} - 20 \cdot \lg \frac{d}{d_0}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Sabinen kaava, jälkikaiunta-aika

$$T_{60} = K \frac{V}{A}, \quad K = 0.161 \text{ s/m}$$

Taajuus

$$f_n = \frac{(2n - 1) \cdot c}{\lambda}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Äänenpainetaso, kun tunnetaan äänitehotaso (L_w)

$$L_p = L_w + 10 \cdot \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{A} \right)$$

Äänitehotaso

$$L_w = 10 \cdot \log \frac{W}{W_0}, \quad W_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

Ääni-intensiteetti, etäisyydellä (r)

$$I = \frac{W}{4\pi r^2}$$

$$I = \frac{p^2}{\rho c}$$

Signaalikohinasuhde desibeleinä

$$SNR_{\text{dB}} = 20 \cdot \log \frac{U}{U_0}$$

Ekvivalenttitaso

$$L_{\text{eq}} = 10 \cdot \log \frac{\sum_i t_i \cdot 10^{\frac{L_i}{10}}}{t_{\text{tot}}} , L_{\text{eq}} = 85 \text{ dB ja } t_{\text{tot}} = 8 \text{ h}$$

Äänennopeus lämpötilan (t) funktiona

$$c = 331.5 \sqrt{1 + \frac{t/^\circ\text{C}}{273.15}} \text{ m/s} \approx 331.5 + 0.6t/^\circ\text{C} \text{ m/s}$$

Mooditaajuudet, kun kaikki harmoniset ja matalin on puoliaallonpituutta

$$f_n = n \frac{c}{\lambda} = n \frac{c}{2L} = n f_1 , n = 1, 2, 3, \dots$$

Mooditaajuudet, kun kaikki parittomat harmoniset ja matalin on neljäsosaallonpituutta

$$f_n = (2n - 1) \frac{c}{\lambda} = (2n - 1) \frac{c}{4L} = n f_1 , n = 1, 3, 5, \dots$$

Äänen etenemisnopeus kielessä (T = jännitys, μ = massa/pituusyksikkö)

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$