

FYS2130 regneoppgaver uke 08

Klaudia M. Pawlak

klaudiap@student.matnat.uio.no

16. mars 2021

Oppgave 1. Desibel

Desibelskalaen for en lyd basert på lydintensiteten er

$$\alpha = 10 \text{ dB} \log\left(\frac{I_\alpha}{I_0}\right)$$

Der

- I_α er intensiteten til bølgen α
- I_0 er referanseintensitet

Vi skal vise matematisk at det å legge X desibel svarer til å multiplisere intensiteten til den opprinnelige lydbølgen med en bestemt faktor. Vi får

$$\begin{aligned}\alpha + X &= 10 \text{ dB} \log\left(\frac{I_\alpha}{I_0}\right) + 10 \text{ dB} \log\left(\frac{I_X}{I_0}\right) \\ &= 10 \text{ dB} (\log I_\alpha - \log I_0 + \log I_X - \log I_0) \\ &= 10 \text{ dB} (\log I_\alpha + \log I_X - 2 \log I_0) \\ &= 10 \text{ dB} (\log I_\alpha + \log I_X - \log I_0^2) \\ &= 10 \text{ dB} \log\left(\frac{I_\alpha I_X}{I_0^2}\right) \\ &= 10 \text{ dB} \log\left(k \frac{I_\alpha}{I_0}\right)\end{aligned}$$

Der $k = \frac{I_X}{I_0}$, altså er k en konstant. Dermed har vi vist at det å multiplisere intensiteten til den opprinnelige lydbølgen med en bestemt faktor svarer til det å legge X desibel.

Oppgave 2. Gitarstreng

a) Informasjon gitt i oppgaveteksten

- Lengden på den fri delen av strengene på en gitar er 65 cm
- G-en har en frekvens om lag 196.1 Hz

- C-en har en frekvens om lag 261.7 Hz

Spørsmål: Hvor må det femte båndet være plassert på gitarhalsen?

Tiden det tar fra vi klimprer på strengen til at bølgene har ruslet en hel rundtur er gitt ved

$$T = \frac{2L}{v} \rightarrow f = \frac{v}{2L}$$

Utbredelse hastigheten er gitt ved

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

Der K er forholdet mellom en endring i trykk og ρ er massetetthet. Vi setter ligningene sammen, og får

$$f_c = \frac{v}{2L_c} = \frac{2L_G \cdot f_G}{2L_c}$$

Vi løser ligningen for L_c , og får

$$f_c = \frac{v}{2L_c} = \frac{2L_G \cdot f_G}{2L_c}$$

$$L_c = \frac{2L_G \cdot f_G}{2f_c}$$

$$L_c = \frac{L_G \cdot f_G}{f_c}$$

Og

$$L_c = \frac{L_G \cdot f_G}{f_c} = \frac{65 \cdot 196.1}{261.7} = 48.7 \text{ cm}$$

b) Ikke besvart

Oppgave 3. Doppler

Vi kaller politibil med sirener for en kilde, og bilen vi kjører for en observatør. Begge legemer er i bevegelse i forhold til lufta. Ligningen som gjelder for denne situasjonen er en generalisering av Doppler-effekt. Denne er gitt som

$$f_0 = \frac{v + v_0}{v - v_k} f_k$$

Der

- v er lydhastigheten i luft
- v_0 er observatørens hastighet relativt til luften lyden går gjennom
- v_k er kildens hastighet relativt til luften lyden går gjennom
- f_k er frekvensen til lydkilden
- f_0 er frekvensen som observatøren hører

Vi får oppgitt i oppgaveteksten at

- Frekvensen til lydkilden er $f_k = 600 \text{ Hz}$
- Hastigheten til kilden relativt til luften er $v_k = 110 \frac{\text{km}}{\text{t}} = 30.56 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- Hastigheten til observatøren relativt til luften er $v_o = 60 \frac{\text{km}}{\text{t}} = 16.67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Vi bruker at lydhastigheten i luft er på $331.29 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Vi har to situasjoner. I den første situasjonen beveger kilden seg mot observatøren med en hastighet v_k relativt til luft, derfor er v_k positiv, og vi får

$$f_{0_{\text{før}}} = \frac{v + v_o}{v + v_k} f_k = \frac{331.29 + 16.67}{331.29 + 30.56} \cdot 600 = 576.97 \text{ Hz}$$

Derfor er frekvensen vi opplever å høre før politibilen har kjørt forbi oss på **576.97 Hz**. Vi ser nå på den andre situasjon. Nå beveger observatøren seg mot kilden med en hastighet v_o relativt til luft, derfor er v_o positiv, og vi får

$$f_{0_{\text{etter}}} = \frac{v + v_o}{v - v_k} f_k = \frac{331.29 + 16.67}{331.29 - 30.56} \cdot 600 = 694.23 \text{ Hz}$$

Derfor er frekvensen vi opplever å høre etter politibilen har kjørt forbi oss på **694.23 Hz**

Kilder

- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2019, June 6). Speed of sound. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/speed-of-sound-physics>