

$$\Rightarrow \varphi_1(\omega - \omega_2) = \varphi_2(\omega + \omega_2)$$

$$\Rightarrow \varphi_1\omega - \varphi_1\omega_2 = \varphi_2\omega + \varphi_2\omega_2$$

$$\Rightarrow \varphi_1\omega - \varphi_2\omega = \varphi_1\omega_2 + \varphi_2\omega_2$$

$$\Rightarrow \varphi_1\omega - \varphi_2\omega = \omega_2(\varphi_1 + \varphi_2) \quad | : (\varphi_1 + \varphi_2)$$

$$\Rightarrow \omega_2 = \frac{\varphi_1\omega - \varphi_2\omega}{\varphi_1 + \varphi_2} = \frac{343 \frac{\text{m}}{\text{s}} (5650 \text{ Hz} - 4730 \text{ Hz})}{5650 \text{ Hz} + 4730 \text{ Hz}}$$

$$\approx 30,401 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 109,44 \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx \underline{\underline{110 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

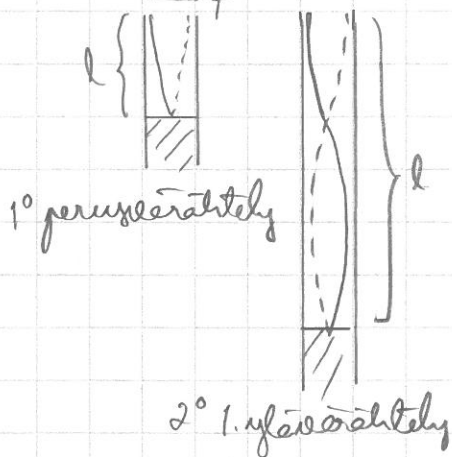
13.19 a) a

b) e

### 14. Tänen interferenssi

Kuusiminen: Kaksi aaltoa, joilla  $\varphi_1 \approx \varphi_2$ , interferoi  $\Rightarrow$  summa-aallon voimakkuus vaihtelee taajuuksella  $f = |\varphi_1 - \varphi_2|$ .  
Voidaan käyttää esim. soitinien sovitusessa.

Oppilastyö: Tänen nopeuden määrittäminen



Tänaväntä tuottaa ääniaaltoja jotka heijastuvat putken molemmilta päiltä, kun putken pituus on sopiva, syntyy putken sisällä aaltoliike, jolla värähtelevä ilmapatsas on resonansissa ääniaallon kanssa. Seurauksena ylävärähtely syntyy usein (ilmansäilyttimen liike on mahdollista) ja suljetun alapään solmu (liike ei mahdollista)

Valtaliikkeen perusyhtälö:  $v = \lambda f$

$$1^\circ \quad l = \frac{\lambda}{4} \quad (\Rightarrow) \quad \lambda = 4l = 4 \cdot 0,19 \text{ m} = 0,76 \text{ m}$$

$$v = \lambda f = 0,76 \text{ m} \cdot 440 \frac{1}{\text{s}} = 334,4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2^\circ \quad l = 3 \cdot \frac{\lambda}{4}$$

14.10 a) Kun kaksi ääniväntä on yhtä ainoa, aallot interferoivat jolloin summa-aalto saadaan lobemalla aaltojen tuottamat paineet yhteen (superpositioperiaate). Koko ääniväntöjen taajuuksilla eroavat hieman toisistaan ( $f_B < f_A$ ), jolloin ajankelkelle aallot värähtelevät toisistaan ja jolloin heikentävät toisistaan. Summa-aalto on jotenkin 2 mukainen. Kysessä on kuusiminen ja sen taajuus  $f = |f_A - f_B|$ .