



**Työssä tutkitaan pitkään kuminauhaan syntyvää seisovaa aaltoliikettä ja määritetään aaltoliikkeen perusyhtälöä käyttäen aallon etenemisnopeus sekä tutkitaan kuminauhan kireyden vaikutusta aallon nopeuteen.**

## Välineet

32172	Sähkömoottori
33010	Äänitaajuusgeneraattori
27045	Kuminauha
30006	Pöytäpuristin
51032	Statiivitanko
52003	Kaksoisreikäpuristin
52004B	Kulmatanko
27010	Punnussarja

Tutki seisovan aallon syntyyn vaikuttavia tekijöitä.

Aseta noin kaksi metriä pitkä kuminauha kuvan mukaisesti värähtelygeneraattorin ja statiivin väliin. Nauhan kireyttä säätelee punnus.

Kytke värähtelygeneraattori äänitaajuusgeneraattoriin kuvan mukaisesti. Signaali siirretään ensin keskellä olevista pistokkeista oikeassa reunassa olevaan vahvistimeen. Vahvasta signaalia hyvin varovaisesti tarkkaillen värähtelygeneraattoria. Liian suuri vahvistus saattaa vahingoittaa sitä.

Kokeile erilaisia värähtelijän taajuuksia ja signaalin muotoa kiertämällä äänitaajuusgeneraattorin säätönuppeja.

Aseta aluksi 50 g punnus kiristämään kuminauhaa. Säädä taajuutta noin 5-20 Hz välillä siten, että syntyy seisova aaltoliike kupuineen ja solmuineen. Mittaa kahden kuvun pituus eli yksi aallonpituus  $\lambda$ . Montako aaltoa mahtuu koko kuminauhan matkalle? Onko nauhan päissä kuvut vai solmut?

Muuta taajuutta suuremmaksi ja etsi uusi kohta, jolloin muodostuu seisova aaltoliike. Miten aallonpituus muuttuu alkuperäisestä?

Kuminauhassa aalto etenee tietyllä samalla nopeudella  $v$ . Heijastuksen takia se etenee molempiin suuntiin. Asetettu taajuus  $f$  ja kuminauhasta riippuva nopeus  $v$  määräävät aallonpituuden  $\lambda$  aaltoliikkeen perusyhtälön mukaisesti.

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = v / f$$

Vastakkaisiin suuntiin etenevät aallot interferoivat. Niiden yhteisvaikutuksesta syntyy seisova aalto vain, jos kuminauhan pituus  $l$  on aallonpituuden puolikkaan monikerta eli

$$l = \frac{1}{2} \lambda, 1\lambda, 1\frac{1}{2} \lambda, 2\lambda, 2\frac{1}{2} \lambda, \text{ jne.}$$

Etsi uudestaan sellainen kohta, jossa muodostuu seisova aaltoliike. Mittaa aallonpituus  $\lambda$  ja katso äänitaajuusgeneraattorista taajuus  $f$ . Laske aaltoliikkeen perusyhtälön avulla aallon etenemisnopeus  $v$ .

Lisää kuminauhaa kiristämään toinen 50 g punnus. Etsi tässä tilanteessa kohta, jossa muodostuu seisova aalto. Toista mittaukset ja laske nopeus.

Kiristä vielä kuminauhaa ja selvitä aallon etenemisnopeus. Miten kuminauhan kireys vaikuttaa aallon etenemisnopeuteen?

## Tehtäviä

1. Mikä määrää taajuuden yleisesti missä tahansa aaltoliikkeessä?
2. Mikä määrää aallon etenemisnopeuden yleisesti missä tahansa aaltoliikkeessä?
3. Miten aallon pituus muuttuu, kun vain taajuutta kasvatetaan?
4. Miten aallonpituus muuttuu, jos taajuus pidetään samana, mutta aallon etenemisnopeus muuttuu suuremmaksi esimerkiksi kiristämällä kuminauhaa?
5. Kuminauhaan on saatu muodostumaan viisi kupua. Millä kahdella eri muutoksella kupuja voidaan saada muodostumaan kuusi kappaletta?
5. Laske aallon etenemisnopeus, jos 2,0 m pituiseen kuminauhaan muodostuu viisi kupua ja värähtelijän taajuus on 8,5 Hz.
6. Laske värähtelijän taajuus, kun samaan kuminauhaan muodostuu kuusi kupua.
7. Tarkastele seisovan aallon kuminauhan yksittäisen pisteen nopeutta. Vertaa kuvun keskellä olevaa pistettä solmupisteeseen.
8. Kuminauhalla ei voi tehdä hyvin tarkkaa tutkimusta jännitysvoiman vaikutuksesta aallon etenemisnopeuteen. Se venyy ja palautuu vaihtelevasti. Mutta ohut muovipäälysteinen kuparijohto on sopiva. Tee tutkimussuunnitelma aallon nopeuden riippuvuudesta a) johdon kireydestä