



Työssä tutustutaan äänen huojuntailmiöön kahdella lähes samalla taajuudella soivalla ääniraudalla. Lisäksi tutkitaan Dopplerin ilmiötä liikkuvasta ääniraudasta lähteneen ja heijastuneen äänen interferenssinä syntynyttä huojuntaa käyttäen.

Välineet

36019 Äänirautapari

1. Kahden erilaisen ääniraudan huojunta

Aseta kaksi kaikuatikkoon kiinnitettyä äänirautaa kuvan mukaisesti, mutta ilman lisäpunnusta. Napauta molempia pikku nuijalla. Kuuntele tarkasti niiden yhteistä ääntä laatikkojen suun edessä. Jos ääniraudat ovat todella samanlaisia, niiden pitäisi soida kuniisti yhdessä voimistuneena.

Kiinnitä toiseen äänirautaan kuvan mukainen lisäpunnus mahdollisimman alas. Mitä arvelet äänen taajuudelle tapahtuvan, kun äänirautaan lisätään punnus?

Toista napautukset ja kuuntele. Yritä erottaa äänen voimakkuuden vaihtelua. Mitä havaitset?

Äänen voimakkuuden jaksollista muuttumista sanotaan *huojunnaksi*. Se aiheutuu kahden eri taajuisen ääniaallon interferenssistä. Välillä molempien aaltojen ilman tihennyskohdat tulevat yhtä aikaa ja harvennuskohdat yhtä aikaa korvaan. Silloin äänen voimakkuus on suurempi. Taajuuserosta johtuen välillä taas toisen tihennyskohda ja toisen harvennuskohda saapuvat korvaan samaan aikaan, jolloin kuullaan heikompi ääni.

Siirrä punnusta hieman ylemmäs ja toista koe. Mitä äänen taajuus muuttuu, kun punnusta siirretään ylemmäs? Miten huojunnan taajuus muuttuu?

Siirrä punnusta vielä ylemmäs. Napauta molempia. Millaista huojunta on, jos alkuperäisten äänten taajuudet ovat lähellä toisiaan? Millaista huojunta on, jos äänten taajuudet poikkeavat paljon toisistaan?

Huojuntataajuus f_{HUOJUNTA} riippuu interferoivien ääniaaltojen taajuuserosta.

$$f_{\text{HUOJUNTA}} = |f_1 - f_2|$$

Jos interferoivien ääniaaltojen voimakkuus eli amplitudi on likimain sama ja taajuus kohtuullisen suuri, mutta taajuusero eli huojunta-taajuus on pieni, niin kuullaan vain yksi huojuva ääni, jonka taajuus on alkuperäisten ääniaaltojen taajuuksien keskiarvo.

$$f = \frac{(f_1 + f_2)}{2}$$

2. Huojunta ja Dopplerin ilmiö

Varaa kovan tasaisen seinän edestä tyhjää tilaa noin viisi metriä. Yksi ryhmästä suorittaa kokeen ja muut kuuntelevat ääntä taustalla. Ota äänirauta käteesi olkapään tasalle, napauta sitä voimakkaasti ja kävele reippaasti kohti seinää. Mitä muut ryhmän jäsenet havaitsevat?

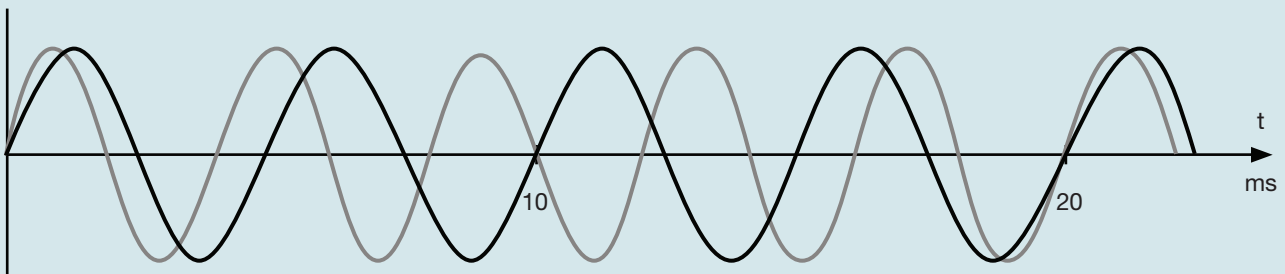
Toista koe kävelemällä pois päin seinästä.

Kun äänilähde loittonee, korvaan tulevien ääniaaltojen taajuus pienenee, koska seuraava ilman tihennys lähteekin hieman kauem-paa ja äänen nopeus ilmassa pysyy samana. Jos äänilähde taas lähenee, kuultavan äänen taajuus kasvaa.

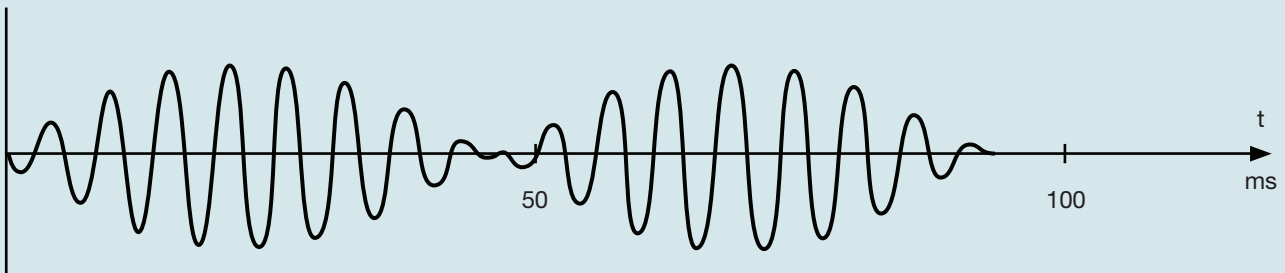
Kun kävelet kohti taulua, niin tauluun päin lähtevän äänen aallonpituus on suurempi ja taaksepäin lähtevän äänen aallonpituus on pienempi. Koska äänen nopeus on ilman suhteen sama, paikallaan oleva korva kuulee pienemmän aallonpituuden korkeampana äänenä ja suuremman aallonpituuden matalampana äänenä. Pienemmän aallonpituuden ääni heijastuu taulusta ja eri aallonpituiset äänet interferoivat, joka kuullaan huojuntana.

Tehtäviä

- Ääniraudan taajuus on 440 Hz. Kun siinä on pieni punnus, taajuus on 434 Hz. Molempia napautetaan.
 - Kuinka suuri on huojuntataajuus?
 - Millaisin väliajoin ääni kuuluu voimakkaampana?
 - Mikä on kuultavan äänen taajuus?
- Kuva esittää erillisenä kahden ääniraudan lähettämien äänien suhteellista äänenpainetta ajan funktiona. Tulkitse kuvaajaa.
 - Millaisin väliajoin aallot vahvistavat toisiaan?
 - Mikä on huojuntataajuus.



- Kuva esittää kahden ääniraudan mikrofoniiin aiheuttamaa yhteistä suhteellista äänenpainetta ajan funktiona. Määritä huojuntataajuus.



- Missä tilanteessa Dopplerin ilmiön voi havaita ilman interferenssistä aiheutuvaa huojuntaa?