

Sähkömagneetti muuttuvassa sähkövirrassa

Magneetit voivat vetää puoleensa joitain metallikappaleita. Ne voivat myös vetää puoleensa tai hylkiä toisia magneetteja. Vetävän tai hylkivän voiman aiheuttaa magneetin **magneettikenttä**.

Löydätte pöydältä naulan ympärille kierretyn sähköjohdon. Tätä kutsutaan **sähkömagneetiksi**. Sähkövirta synnyttää aina magneettikentän, mutta jos sähkövirta kulkee ympyrää, magneettikentästä tulee voimakkaampi.

Laittakaa sähkövirta kulkemaan sähkömagneetissa. (Jännite-säädintä ei saa säätää. Taajuuden pitää olla 0,001.) *Testatkaa klemmarilla, että magneetti toimii.*



Vaihtakaa taajuudeksi vaikka noin 3 Hz (hertsiä). Kokeilkaa viedä vahva magneetti lähelle naulaa. Mitä tapahtuu? Entä jos taajuus on noin 10 Hz?

Vastaus: _____

Taajuus tarkoittaa tässä sitä, että johdoissa kulkeva virta muuttaa kulkusuuntaansa. Jos taajuus on 1 Hz, virta kulkee johdossa eestaas kerran sekunnissa: siis puoli sekuntia yhteen suuntaan ja puoli sekuntia toiseen suuntaan. Jos taajuus on 5 Hz, virta kulkee yhteen suuntaan aina 0,1 sekuntia (eli eestaas 5 kertaa sekunnissa).

Kytkekää nyt kuparilangasta ja muovista tehty sähkömagneetti sähkövirtaan. Vain kuparilangan päistä on poistettu eristevaha – laittakaa siis hauenleuat kiinni kuparilangan päihin. Pitäkää vahvaa magneettia ja sähkömagneettia lähekkäin, kun taajuus on 3 ja 10 Hz:n välillä.

Laittakaa nyt muovista ja kuparilangasta tehty sähkömagneetti pöydälle suupuoli alaspöin. Laittakaa vahva magneetti sen päälle. Mitä tapahtuu, jos taajuus on 50 Hz? Entä 300 Hz?

Vastaus: _____

(käännä!)

Rakensitte siis laitteen, joka muuttaa sähköenergiaa liikkeeksi. Tiedättekö, mikä tällaisen laitteen nimi on? Sama laite löytyy mm. värisevästä puhelimesta, sähköautosta, roboteista ja sähköhammasharjasta. Kysykää jos ette keksi!

Vastaus: _____

Ääni syntyy, kun kappale värähtelee. Koska sähkömagneetti vuorotellen hylkii ja vetää puoleensa magneettia, magneetti alkaa liikkua edestakaisin eli värähdellä. Jos sähkövirran taajuus on vaikka 440 Hz, syntyvän äänenkin taajuus on 440 Hz.

Kokeilkaa tehdä tällä laitteella ”musiikkia” – eli joku sopiva sarja ääniä. Onnistuuko?

Kääntäkää taajuus arvoon 0,001 Hz. Sammuttakaa sitten virtalähde.

Signaaligeneraattori tuottaa virtaa, jonka taajuutta voidaan säädellä. Saman voisi tehdä myös tabletilla. Tabletissakin on liitäntöjä, joista saadaan sähkövirtaa: USB-liitäntä ja kuulokeliitäntä. Näistä tulee kuitenkin liian heikkoa virtaa, jotta näin raskas magneetti liikkuisi. Käytetään kahta paristoa apuna virran voimistamisessa.

Avatkaa tabletin Chrome-selain. Painakaa selaimen Koti-nappulaa. Katsokaa kuva ”Sähkömagneetti 1” ja tehkää kuvan mukainen kytkentä: tabletin kuulokeliitännästä vahvistinpiirin kautta muoviseen sähkömagneettiin.

Avatkaa tabletilla ohjelma ”Function Generator”. Chrome-selaimen kuvasta ”Sähkömagneetti 2” saa apua ohjelman käyttöön. Saatteko ääniä kuulumaan uudestaan?

(Pikaohje: OUT-nappula laittaa virran päälle, ja kun WAVEFORM-valikon FREQ on valittuna, iso liukusäädin säätää taajuutta. Varmistakaa, että tabletin volume on täysillä.)

Nyt tabletti siis määrittelee, millä taajuudella magneetti tärisee. Tabletti siis päättää, mitä ääntä syntyy. Mitä tapahtuu, jos käynnistätte YouTuben ja laitatte jonkun biisin soimaan? Minkä laitteen olette rakentaneet?

Vastaus: _____

Lopuksi pyytäkää ohjaajaa näyttämään teille oskilloskooppia. Lisäksi ohjaaja näyttää teille, miten näette magneetin oman puhelimenne ulkokuoren läpi.

Chladnin levy

Pöydällä on metallilevy, joka on kytketty **moottoriin**. Moottoriin menevää virtaa säätelee **signaaligeneraattori**. Säätimistä ainoastaan **taajuutta** saa muuttaa. Muihin ei saa koskea.

Laittakaa jännitelähde päälle. Kokeilkaa erilaisia, pieniä taajuuksia (esim. 3 Hz, 5 Hz, 10 Hz). Jos esim. taajuus on 3 Hz, niin mitä "3" tässä tarkoittaa?

Vastaus: _____

Millä kaikilla tavoilla liike muuttuu, kun taajuus on esim. 20 Hz?

Vastaus: _____

Millä kaikilla tavoilla liike muuttuu, kun taajuus on esim. 200 Hz?

Vastaus: _____

*Kokeilkaa korkeampia taajuuksia. Minkä taajuiset värähtelyt voitte **nähdä**? Entä mitkä värähtelyt voitte **tuntea** sormenpäällä? Mitkä värähtelyt voitte **kuulla**? kHz eli kilohertsi tarkoittaa tuhatta hertsiä, eli 3 kHz = 3 000 Hz.*

Korkein taajuus, jonka silmä voi nähdä: _____

Korkein taajuus, jonka sormi voi erottaa: _____

Korkein taajuus, jonka korva voi kuulla: _____

Levy on taipuisaa metallia. Kun esimerkiksi moottori työntää keskikohtaa ylöspäin, **levy taipuu** hieman kuperaksi. Reunat seuraavat myöhemmin perässä. Nopeassa värähtelyssä levyyn syntyy **aaltoja** – vähän niin kuin maanjäristysaaltoja.

Aallot etenevät keskeltä reunoja kohti ja voivat heijastua takaisin. Nämä aallot ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niitä voi nähdä. Tutkitaanpa asiaa vähän lisää! (käännä paperi)

Ehkä jo huomaisitte, että jotain jännää tapahtuu, kun levy värähtelee tietyillä taajuuksilla. Nämä ovat levyn **ominaisvärähtelytaajuuksia**. Ne riippuvat levyn leveydestä ja paksuudesta.

Mitä huomaatte, kun levy värähtelee näillä taajuuksilla? Etsikää myös uusi taajuus ja lisätkää se taulukkoon.

334 Hz	469 Hz	523 Hz	787 Hz	950 Hz	
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	--

Mitä erityistä huomaisitte: _____

Ominaisvärähtelytaajuus on taajuus, jossa kappaleen värähtely voimistaa itseään. Sama ilmiö tapahtuu, jos löydät äänen, jonka laulamalla saat lasin särkymään.

Levyn pinnassa kulkevilla aalloilla on tietty geometrinen muoto. Nämä ovat niin sanotut **Chladnin kuviot**. Ne voi nähdä hiekan avulla. Laittakaa levy värähtelemään ominaistaajuudella. Sirotelkaa noin ruokalusikallinen hiekkaa levyn päälle tasaisesti. Piirtäkää kohdat, joihin hiekka kertyy.

334	469	523
787	950	

Lopuksi: Kääntäkää taajuudeksi 0,001 Hz. Sammuttakaa sitten laite. Pyyhkikää kaikki hiekka takaisin rasiaan (hiekkaa ei saa jäädä pöydälle tai laitteen päälle). Sulkekaa rasia.

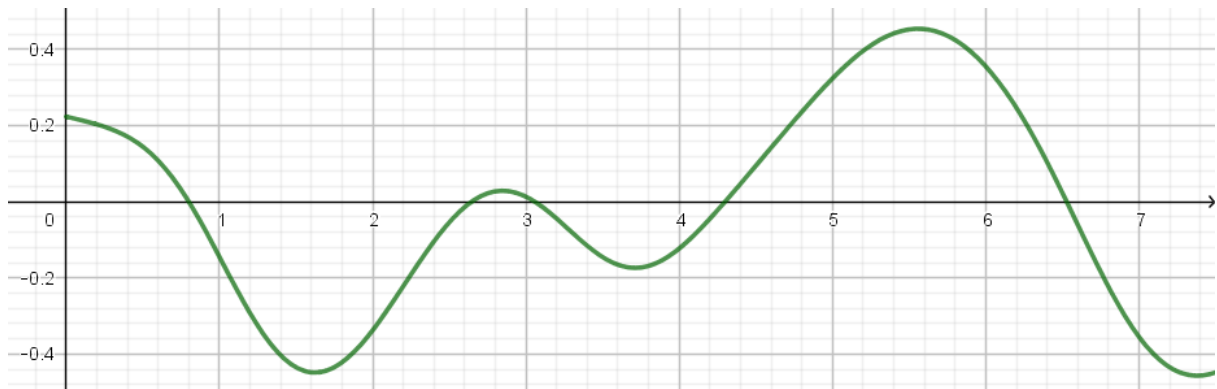
Mikrofonin toiminta ja äänen nopeus

Mikrofoni mittaa ilman paineen muutoksia, ja tämä tieto voidaan tallentaa tietokoneelle (esim. kun nauhoitetaan laulua) tai lähettää eteenpäin (esim. kun soitat puhelun).

Tietokone voi tallentaa äänen vaikka näin:

aika (sekunnin sadasosia)	0	1	2	3	4	5
ilmanpaineen ero normaaliin	+ 0,216	- 0,059	- 0,292	+ 0,021	- 0,107	+ 0,327

Tällaista taulukkoa on kuitenkin hankala lukea – mikrofoni mittaa yleensä n. 10 000 kertaa sekunnissa. Jos ääntä siis nauhoitetaan minuutin ajan, taulukkoon tulee 600 000 lukua! Katsotaan mieluummin paineen muutoksia kuvana. Verratkaa kuvaa ja taulukkoa.



Näin tallennettu tieto voidaan kaiuttimella muuttaa taas ääneksi. Näin voit vaikka kuulla nauhoitettua laulua tai sinulle soittavan kaverisi äänen.

*Avatkaa tietokoneen työpöydältä (home screen) ohjelma nimeltä **Mikrofonin testaus**. Jos tietokone kysyy jotain, valitkaa "Erase and continue" tai "Switch to running application".*

Voitte tutkia mikrofonin toimintaa kokeilemalla erilaisia ääniä. Mikrofoni nauhoittaa yhden sekunnin ajan, kun klikkaatte vihreää Collect-nappulaa. Kokeilkaa tehdä tasainen matala ja tasainen korkea ääni - miten ne eroavat? Entä voimakkaammat ja hiljaisemmat äänet, tai kauempana tai lähempänä mikrofonia? (Voit zoomata yläpalkin +, -, ja A-nappuloilla.)

Tekemämme havainnot: _____

(käännä!)

Suoritetaan toinen, vähän erilainen mittaus. Sammuttakaa ohjelma - mitään tuloksia ei tarvitse tallentaa.

*Avatkaa nyt ohjelma nimeltä **Äänen nopeus**. Nyt mikrofoni toimii vähän eri tavalla: kun painatte Collect -nappulaa, mikrofoni odottaa aktivoitumista. Se aktivoituu vasta kuullessaan kyllin kovan äänen, ja mittaa vain 50 millisekunnin ajan (eli 0,05 sekuntia). Jos tietokone kysyy jotain, valitkaa "Erase and continue" tai "Switch to running application".*

Kokeilkaa painaa Collect-nappulaa. Mikrofonin pitäisi odottaa ääntä. Lyökää kädet kovaa yhteen. Miltä ääni näyttää?

Mitataan nyt äänen nopeus:

Laittakaa mikrofoni pöydällä olevan putken suulle (ei putken sisään). Napsauttakaa sormia mikrofonin vieressä. Mitä näette mittaustuloksissa? Mikä ääneen liittyvä ilmiö on kyseessä?

Vastaus: _____

Miten tästä voisi määrittää äänen nopeuden? Kokeilkaa laskea äänen nopeus (omaa puhelinta apuna käyttäen). Onko vastaus:

- a) noin 100 m/s
- b) noin 300 m/s
- c) noin 700 m/s
- d) noin 1000 m/s
- e) noin 3000 m/s
- f) noin 7000 m/s

Kiitos! Sammuttakaa lopuksi ohjelma, tuloksia ei tallenneta.

Magneettikenttä

Pöydällä on kompassi, magneetteja ja sähkömagneetti. **Sähkömagneetti** on ympyrää kiertävä sähköjohto - tässä johdossa on 500 kierrosta.

Miten magneetit ja sähkömagneetit vuorovaikuttavat? Kokeile!

Sähkövirran voimakkuutta voi säätää B-kirjaimella merkittyä säädintä kääntämällä. Älä koske muihin säätimiin (ne eivät vaikuta tähän kokeeseen). Entä jos virtaa ei kulje (käännä virta nolleen)?

Kompassi on herkästi kääntyvä magneetti. Se keksittiin yli 2000 vuotta sitten. Kompassin kääntymistä ei kuitenkaan osattu selittää. Ilman tätä keksintöä nykyistä modernia maailmaa ei olisi voinut syntyä - tiedätkö miksi?

Pöydällä on myös muovirasia, jossa on **rautapölyä**. Laita muovirasian sisällä olevaan koloon oikeankokoinen magneetti, sulje rasia ja ravista. Mitä näet? Mistä muoto syntyy?

Jokaisessa magneetissa on kaksi napaa: pohjois- ja etelänapa. Napojen välille syntyy magneettikenttä.

Tiesitkö? Jos magneetin katkaisee, niin syntyneissä magneeteissa on aina pohjois- ja etelänapa. Yksinapaista magneettia ei ole.

