



**UNIVERSITETET  
I OSLO**

*Skolelaboratoriet  
Gruppen for fysikkdidaktikk  
Fysisk institutt*

*Boks 1048 Blindern  
N-0316 Oslo*

*Telefon: 22 85 64 43 / 22 85 78 86*

*Telefaks: 22 85 64 22*

*e-mail: skolelab@fys.uio.no*

## **Lydbølger – Superposisjon og svevetoner**

*Carl Angell  
Øyvind Guldahl  
Ellen. K. Henriksen*

**Utstyr**

Datalogger (Science Workshop eller tilsvarende)

Lydsensor

2 stemmegafler med samme frekvens og 1 rytter

Myk stemmegaffelhammer

**Hensikt**

Hensikten med dette forsøket er å benytte seg av muligheten for rask logging til å finne frekvens for lydbølger og se hvordan svevninger oppstår.

**Teori**

Vi skal finne frekvensene  $f_1$  og  $f_2$  for to toner ved å måle på det grafiske bildet på skjermen.

Når  $f_1$  og  $f_2$  ligger nær hverandre, vil lydstyrken variere med frekvensen  $df = |f_2 - f_1|$ . Hvorfor?

Denne variasjonen kan vi høre som ”svevninger” eller en ”differenstone”.

Frekvensen til differenstone skal vi også finne ved hjelp av grafen.

**Litt mer teori.**

De originale bølgeutslagene er

$$y_1 = A \sin(2\pi f_1 t) \quad \text{og} \quad y_2 = A \sin(2\pi f_2 t)$$

der  $f_1$  og  $f_2$  er frekvensene til de to stemmegaflene.

Når bølgeene adderes, får vi

$$y = y_1 + y_2 = 2A \cos(\pi(f_1 - f_2)t) \cdot \sin(\pi(f_1 + f_2)t).$$

Vi ser at differensen mellom frekvensene dukker opp i den ene faktoren.

En ekstra utfordring: Bevis denne formelen ved å manipulere litt med formlene for sinus og cosinus til en sum og differens av to vinkler.

**Framgangsmåte**

Fest rytteren omtrent midt på den ene stemmegaffelen.




Registrer lyden først fra den ene stemmegaffelen, og så den andre.

Finn frekvensen for hver av dem ved hjelp av grafene i DataStudio.

Registrer deretter lyden fra begge stemmegaflene på en gang og bestem frekvensen til differenstone ut fra det grafiske bildet.

## Oppsett av DataStudio og logging (Science Workshop)

Kople loggeren til datamaskinen og start DataStudio.

Knapper som skal trykkes på/ klikkes på. Dobbelklikk hvis kursiv	Forklaringer
Create Experiment	Åpne DataStudio og start et nytt eksperiment.
Oppsett Velg datalogger Legge til sensor eller instrument <i>Spenningsensor</i>	Dersom bildet av loggeren ikke kommer fram i Oppsett, klikk på "Velg datalogger" og kryss av for riktig loggertype. Finn lydsensoren i lista over sensorer og dobbelklikk på den. Klikk deretter på ikonet som kommer fram i Oppsett-vinduet. Velg målefrekvens = 5 000 Hz og følsomhet = Lav(1x)
Dra <b>spenning</b> til <b>Graf</b>	Ta tak i "Spenning" i datavinduet øverst til venstre med musa, dra markøren ned til "Graf" i vinduet nederst til venstre og slipp den der. Da kommer det opp et graf-vindu der spenningsgrafene blir tegnet inn.
Start	Slå på den ene stemmegaffelen og start loggingen med startknappen i øverste knappelinje. <b>Vent med å klikke på stoppknappen til 1 - 2 sekunder av grafen er tegnet opp.</b> Gjenta det samme med den andre stemmegaffelen, og til slutt med begge stemmegafflene på en gang.
 Data ▾   Innstillinger	Du har nå tre dataserier med hver sin graf i grafvinduet, Kjør #1, Kjør #2 og Kjør #3. Bruk <b>Data</b> -knappen i Graph-vinduets knapperad til å velge bort to av grafene slik at du kan studere bare en graf av gangen. Klikk på den høyre delen av knappen "Innstillinger" helt til høyre i knapperaden i Graf-vinduet og fjern "Datasympoler" og "Datapunkter". Dette gir ryddigere grafer.
	<i>x</i> -aksen kan strekkes ved å ta tak i teksten "Tid(s)" under aksene og dra ut til høyre. Gjør dette til du har ca. 10-20 svingninger i bildet.
 Smart verktøy	Les av tida for noen svingninger, finn perioden og regn ut frekvensen. Avlesningen kan best gjøres med "Smart verktøy" i knapperaden. (Nr. 6 fra venstre.) Hent inn grafen til Kjør #2 med Data-knappen og finn den andre frekvensen også.
	Hent fram grafen til Kjør #3 og bestem på samme måte frekvensen til differensjonen

## Dataanalyse

Fyll ut tabellen nedenfor etter hvert som dere gjør målinger på grafene.

Variabel	Verdi
Perioden til første stemmegaffel	
Frekvensen til første stemmegaffel	
Perioden til andre stemmegaffel	
Frekvensen til andre stemmegaffel	
Beregnet frekvens for svevetone	
Målt periode for svevetone	
Målt frekvens for svevetone	
Sammenlikn de to verdiene for svevetonens frekvens. % avvik.	

### Overføre data til Excel

Dataene kan også overføres til Excel for videre behandling.

Dra **Kjør #1** fra Data-vinduet til **Tabell** nederst til venstre.

Klikk på kolonneoverskriften og kopier (ctrl + c).

Åpne Excel, marker øverste felt i en kolonne og lim inn (ctrl + v).

Dersom du har engelsk versjon av Excel, må du bytte ut alle kommaene i desimatall med punktum før det kan gjøres beregninger på tallene:

1. Marker kolonnene der desimaltallene forekommer.
2. Klikk på **Edit** og velg **Replace**.
3. Skriv ”,” under ”Søk etter” og ”.” under ”erstatt med”. Klikk på **Replace all**.

Legg sammen spenningene fra Kjør #1 og Kjør #2 og tegn grafen til summen i Excel. Får du samme graf som av Kjør #3?