

## Dopplereffekt med FableSpin (Fysik B)

Apparatur: en mobiltelefon med Appen Phyphox, Logger Pro program, LabQuest mini, mikrofon til LabQuest, FableSpin Robot og stativ stænger, termometer.

Forsøg: Vi udsender en frekvens f.eks. 3500Hz fra en mobil telefon, benyt f.eks. tonegeneratoren på Appen Phyphox. Mobiltelefonen bevæger sig sammen med en Spin Robot, som vi kan bestemme farten af. Lad Spin Robotten køre enten væk fra eller hen mod mikrofonen



Figur 1 ovenfor: Mikrofonen optager lyden fra mobiltelefonens tonegenerator, mens Robotten kører.

Teori:

Der gælder formelen når Robotten bevæger sig hen mod mikrofonen:

(1)

$$f_1 = f \cdot \left( \frac{v_{lyd}}{v_{lyd} - v_{kilde}} \right)$$

$f_1$  er den frekvens, iagttageren observerer. (Den frekvens mikrofonen registrerer fra den bevægede mobiltelefon)

Hvis Robotten bevæger sig væk fra mikrofonen, skal der blot være et "+" foran  $v_{kilde}$ , i stedet for "-".

$f_1$  er mindre end  $f$ , hvis lyd giveren bevæger sig væk fra iagttageren.

$f_1$  er større end  $f$ , hvis lyd giveren bevæger sig hen mod iagttageren.

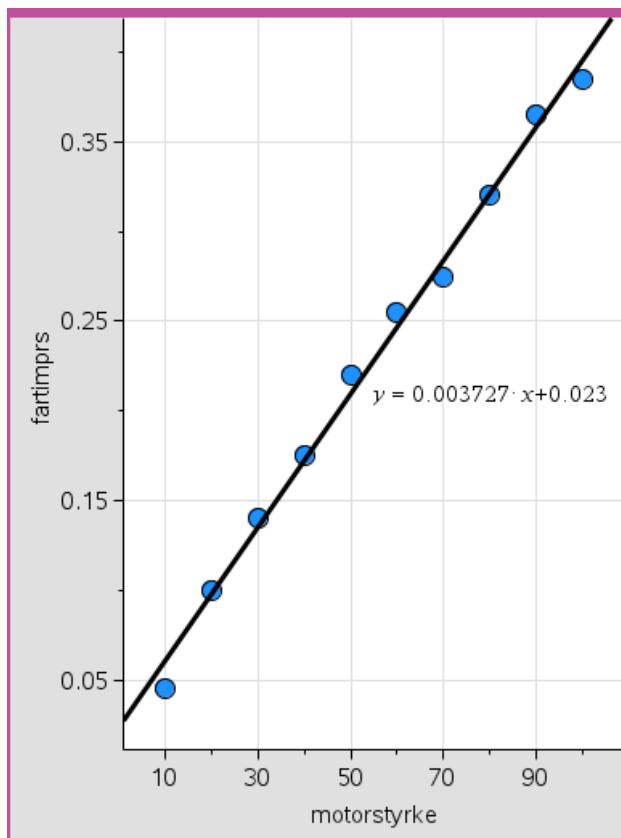
$V_{\text{lyd}}$  fås ud fra formlen:

$$v = 331 \frac{m}{s} \cdot \sqrt{\frac{T}{273K}} \quad \text{hvor } T \text{ er lokalets temperatur i K.}$$

$V_{\text{kilde}}$  er Spin Robottens fart. Den bestemmes ud fra kalibreringskurven.

Benyt jeres egen fra tidligere forsøg, eller benyt denne (I kan lave den bedre selv):

**HUSK I MÅ IKKE DREJE PÅ HJULENE** på Spin Robotten.



Med motorstyrke menes programmets hastighed.

**Del 1) Bestem Baggrundsstøj og lær Logger Pro programmet at kende.**

I skal med mikrofonen bestemme frekvensen af lyden, når Robotten ikke bevæger sig.

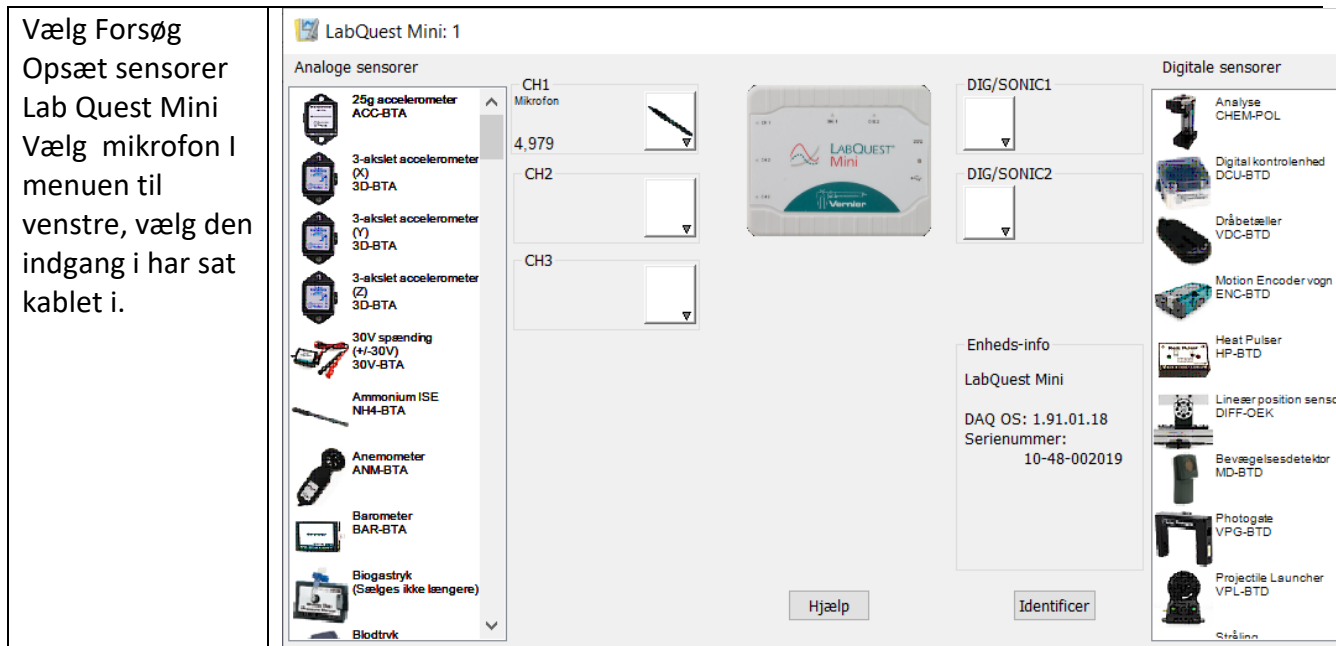
I skal i det følgende lave frekvensanalyse (Fourieranalyse) med Loggerpro og Labquest.

Forbind mikrofonen med Labquest mini, forbind Lab Quest mini med computeren.

Åben Loggerpro.

Programmet vil da som regel selv sætte op.

Hvis dette ikke er tilfældet skal I:



Dette skal I under alle omstændigheder indstille Logger Pro til:

Vælg Insæt fra menuen foroven

Flere grafer

FFT graf

Bemærk LoggerPro kan indstilles til "sample rate", her er 10000 målinger pr sekund passende.

Dette er default, så det behøver I ikke at rette.

LoggerPro optager som default kun i 0.03 sekund, ret dette til 0.1sekund.

*Bemærk at LoggerPro viser et øjebliksbillede, hvis I lader forsøget køre til Robotten stopper, så vises frekvensen som når Robotten står stille.*

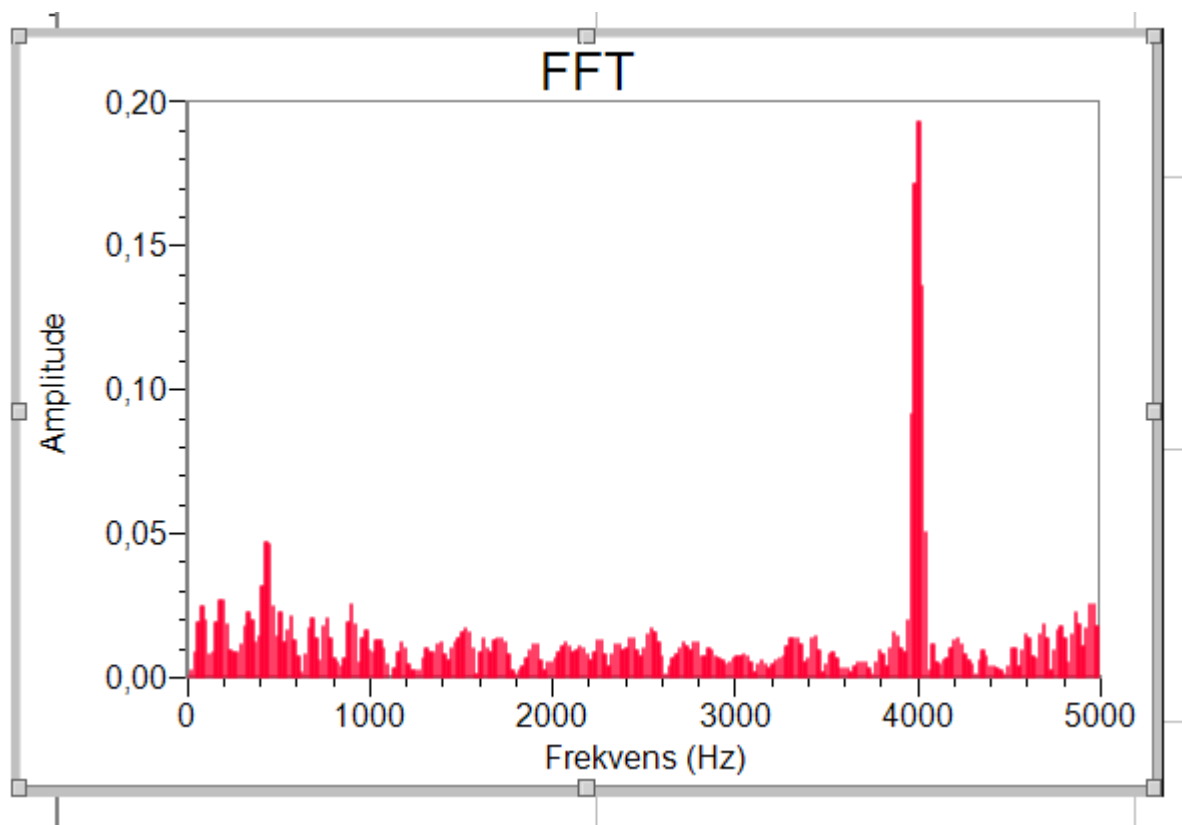
Start med at optage lyden uden at robotten kører.

Sammenlign tonen fra Phyphox tonegeneratoren, med frekvensspektret på Logger Pro.

Er tonen den samme?

Kan man se reflekser fra væg og gulv?

Figur 2: Her ses en frekvensanalyse af Robotten stående stille, mens den udsender lyden 4000Hz.

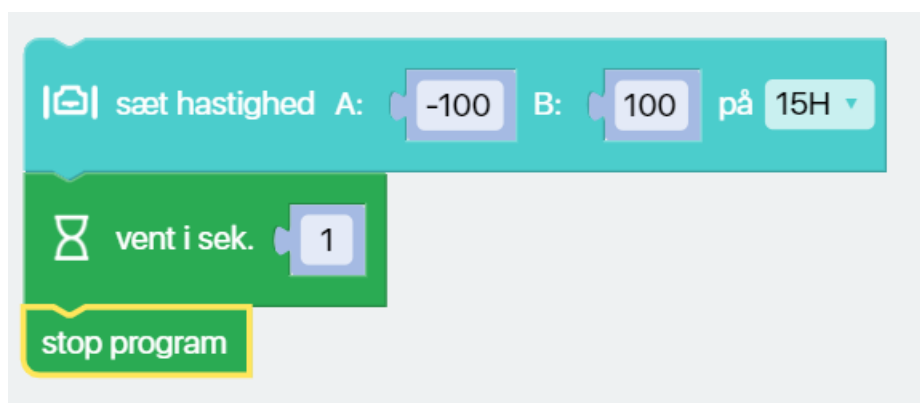


## Del 2) Undersøg dopplereffekt.

Husk vælg "Slet seneste kørsel", efter hvert forsøg.

Kør Logger Pro programmet, og lad Spin Robotten køre, mens mobiltelefonen (der sidder på mobilholderen på Spin) udsender en lyd.

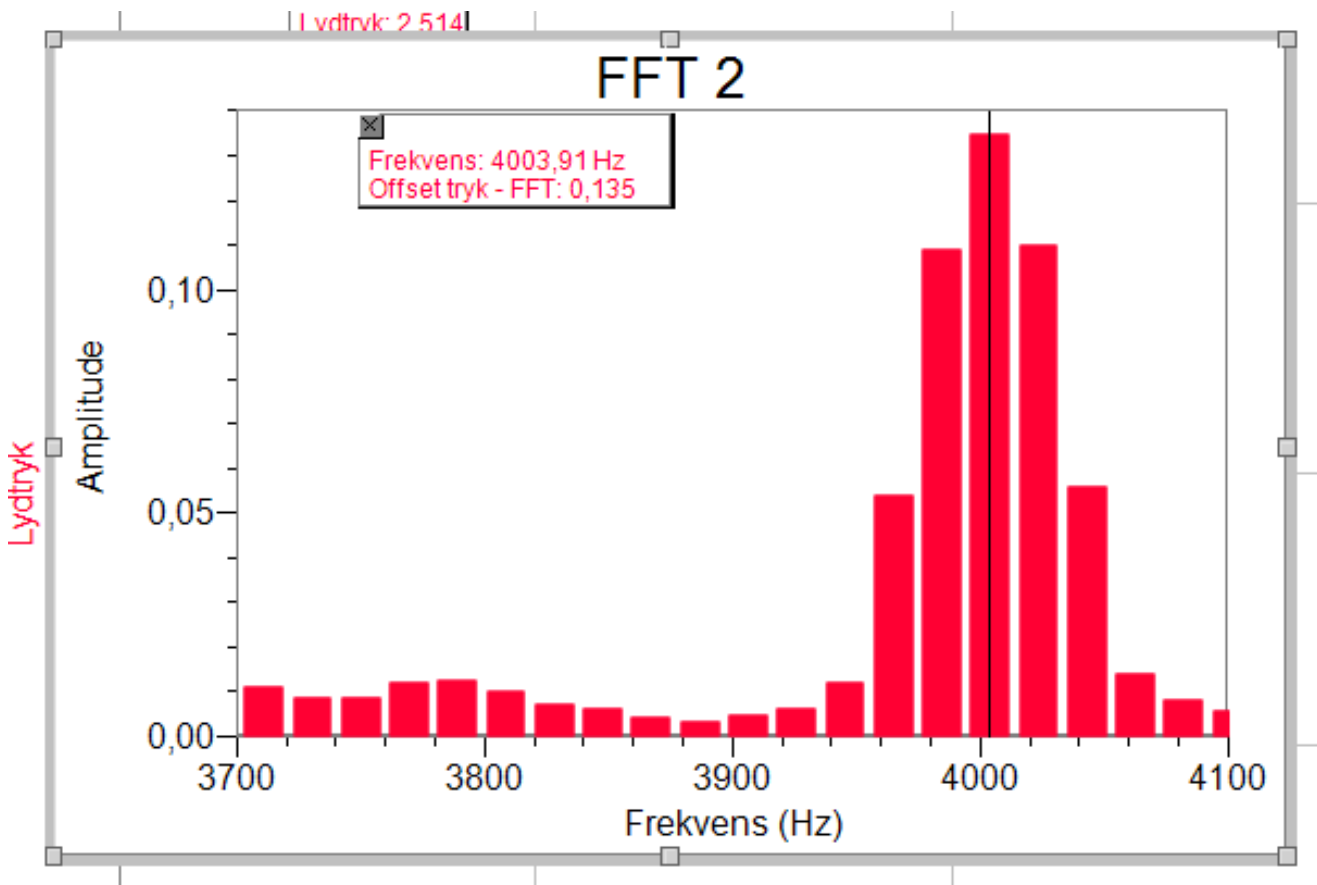
Fable programmet skrives således:



Husk at rette navnet på jeres Robot.

I det følgende ses eksempler på analyse, hvor robotten kører med "hastighed" 90.

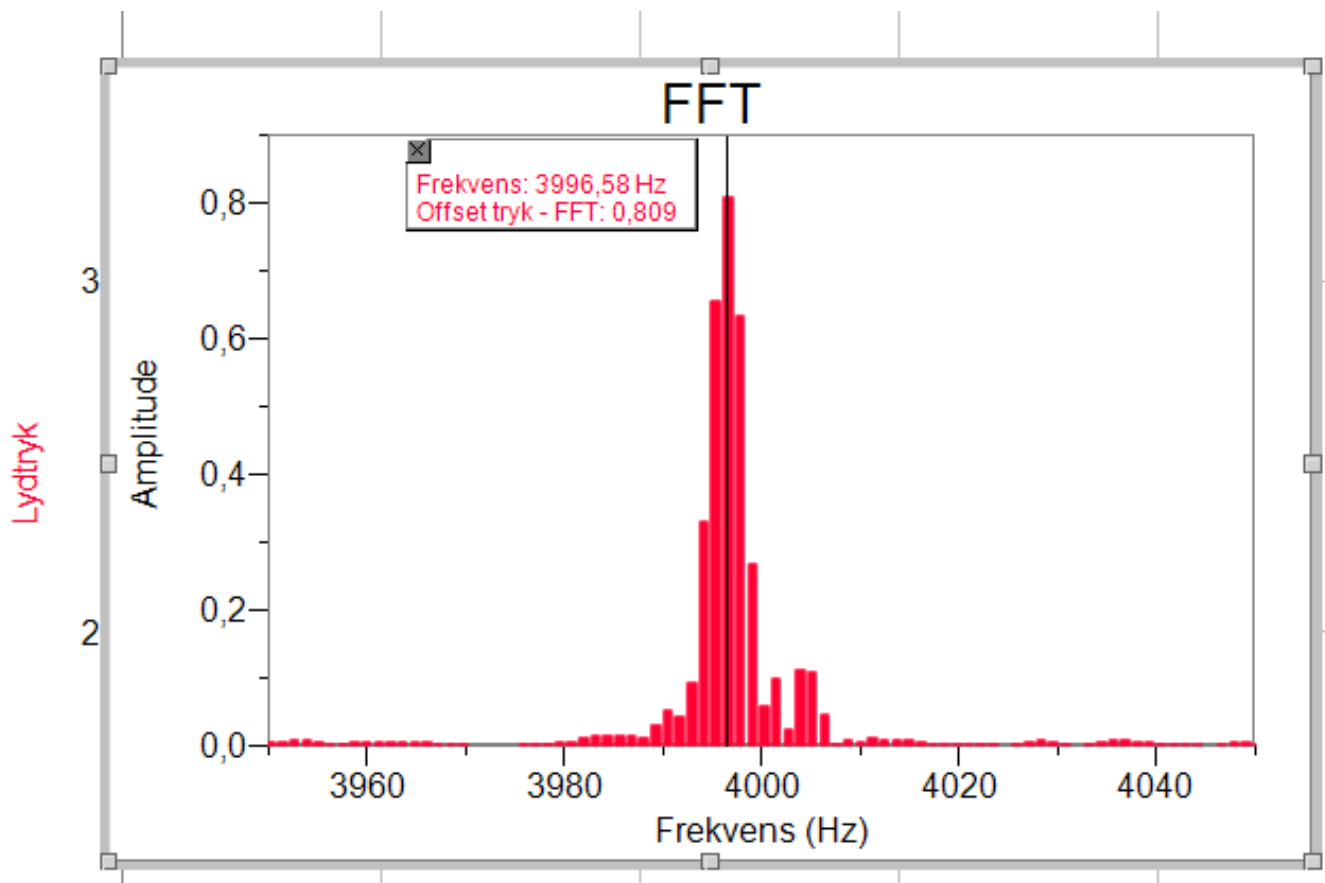
Robotten kører hen mod mikrofonen, med "hastighed" 90, mens den udsender lyden 4000Hz. Se frekvensanalyse på figur 3 nedenfor:



Toppene findes ved : "Analyser", "Undersøg" .

Man kan ændre på x-aksen.

Robotten kører væk fra mikrofonen, med "hastighed" 90, mens den udsender lyden 4000Hz. Se frekvensanalyse på figur 4 nedenfor:



Som I kan se er det meget små frekvensændringer.

Udfør nu følgende forsøg

Benyt frekvensen 3500Hz, og "hastighed" 100 i Fableprogrammet.

Udfyld følgende tabel:

	Hen mod mikrofon	Væk fra mikrofon
$f_1$ eksperiment		
$f_1$ teori		

Tilføj jeres frekvensanalyse- (FFT-) grafer til jeres journal.

Sammenlign frekvenserne fra eksperimentet og fra teorien.

Kan I se dopplereffekten?

Kan I eftervise formlen?

Find fejlkilder ved forsøget.

Udfør hvis tiden tillader det følgende forsøg

A) Hold frekvensen fast mens  $v$  varierer "motorstyrken".  
 køør både hen mod mikrofonen og væk fra mikrofonen.

$f_1 =$

motorstyrke							
fart $v_{\text{kilde}}$							
$f_1$ eksperiment							
$f_1$ teori							

Sammenlign frekvenserne fra eksperimentet og fra teorien.

Hvor lille skal hastigheden være, før I ikke kan se dopplereffekten?

B) Hold "motorstyrken" konstant mens  $v$  varierer frekvensen, benyt frekvenser over 2000Hz.

Motorstyrke =

$v_{\text{kilde}} =$

$f_1$ eksperiment									
$f_1$ teori									

Sammenlign frekvenserne fra eksperimentet og fra teorien.