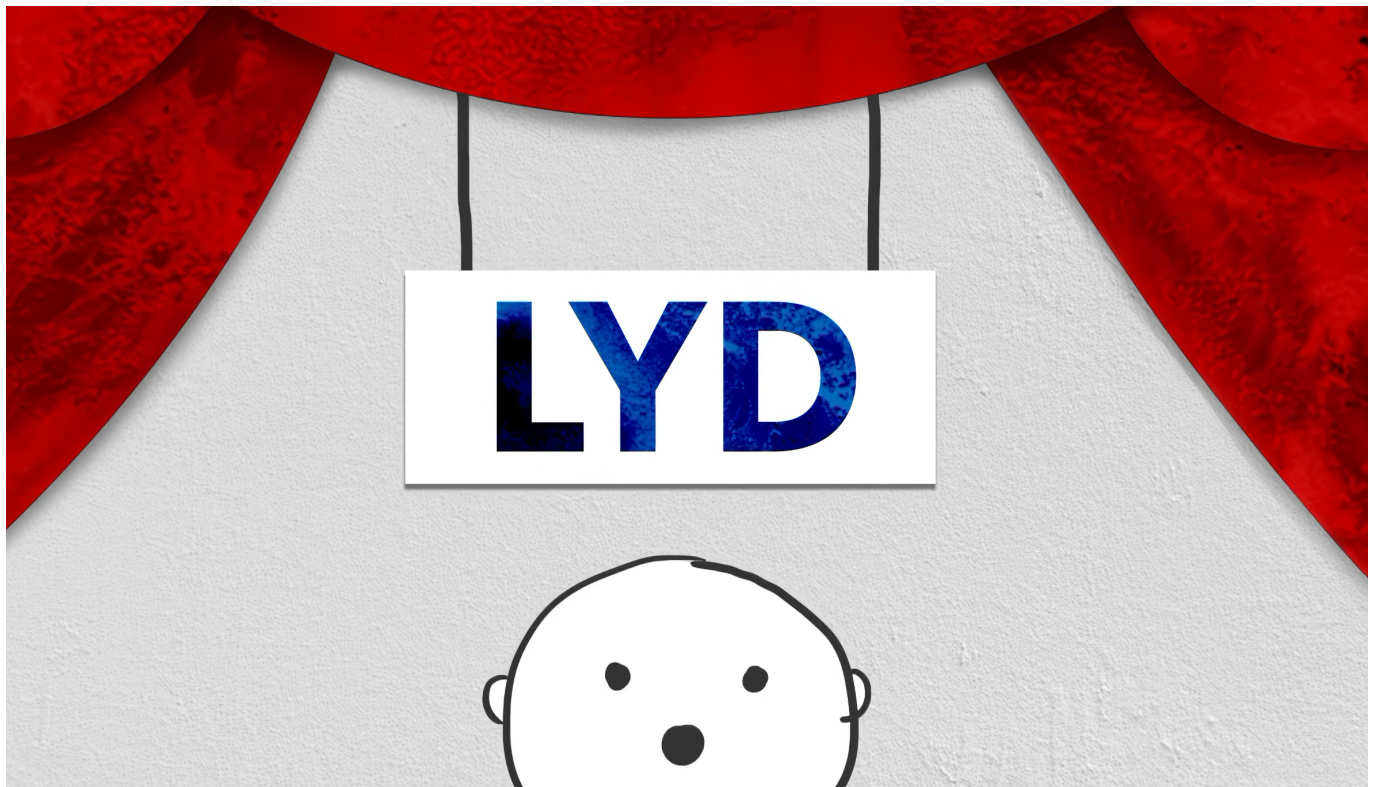


Svingninger og bølger

□ Introduktion

I skal undersøge sammenhængen mellem frekvens (f), bølgelængde (λ) og bølgens udbredelseshastighed (v) ved hjælp af formlen: $v = \lambda \cdot f$



□□ Materialer

I skal bruge følgende:

- Slinky-fjeder
- En elastisk snor eller streng fastgjort i den ene ende og forbundet til en lodskål / spændeanordning i den anden
- En frekvensgenerator
- Et målebånd

Alternativt kan man bruge simuleringerne nedenunder.

□ Vejledning

Følg vejledningen trin for trin:

1) Hvad er bølger?

1. Snak om: hvad ved I om bølger?
2. Se video om lyd og bølger ovenover.
3. Lav bølger med en slinky mellem grupper.
4. Fælles opsamling af bølgeegenskaber med simuleringen herunder:

2) Hvad er svingninger?

I skal finde de egen-svingninger (partialtoner), hvor der opstår stående bølger på en streng (eller i et rør).

1. **Opsætning:** Forbind snoren til svinggeneratoren og stram den op med et passende lod eller en strammer. Hvis I bruger simulationen nedenunder:
 - **Tilstand (øverst til venstre):** Vælg "Svinge" – dette svarer til svinggeneratoren.
 - **Endepunkt (øverst til højre):** Vælg "Fast ende" – dette holder snoren fast i den anden ende, så bølgerne reflekteres og danner stående bølger.
 - **Dæmpning (nederst):** Sæt "Dæmpning" til "Ingen". Hvis der er dæmpning, dør bølgerne ud, og det er svært at skabe klare knuder og buge.
 - **Stramning (nederst):** Vælg en fast "Spænding" på 50% og hold den konstant under hele øvelsen.

2. **Varier frekvensen:** Skru langsomt op for frekvensen på frekvensgeneratoren (fra 0-3 Hz i simulatoren), indtil du rammer en resonansfrekvens, hvor snoren danner et stående bølgemønster (f.eks. 1 buge, 2 buge, 3 buge osv.). Genstart evt. svingningen.
- **Grundtone (1 buge):** Find den laveste frekvens, hvor hele snoren svinger som én enkelt bue (fra svinggeneratoren til den faste ende).
 - **Overtoner (2, 3 eller flere buge):** Skru op for frekvensen, indtil snoren deler sig op i 2 eller 3 faste "mønstre" med punkter på midten, der står helt stille (knodepunkter).
3. **Mål og noter:**
- Sæt flueben ved **Lineal** nederst til højre, og tryk på **Pause** eller **Langsom**, når du ser et tydeligt bølgemønster.
 - Aflæs **Frekvens (f)** i Hertz (Hz) nederst på skærmen.
 - Mål afstanden vandret med linealen fra ét knudepunkt til det næste (længden af 1 bug).
 - Udregn **Bølgelængden (λ)** ved at gange afstanden med 2 ($\lambda = 2 \cdot$ afstand mellem to knuder).
 - Skriv dine tal ind i en lignende tabel herunder.
4. **Beregn bølgehastigheden:** Udregn bølgehastigheden ($v = \lambda \cdot f$) for de forskellige svingninger for at se, om hastigheden er konstant.

Antal bølger	Frekvens (Hz)	Bølgelængde (cm)	Hastighed (cm/s)
0,5	0,25	$2 \cdot 7,5$	?
?	?	$2 \cdot ?$	?

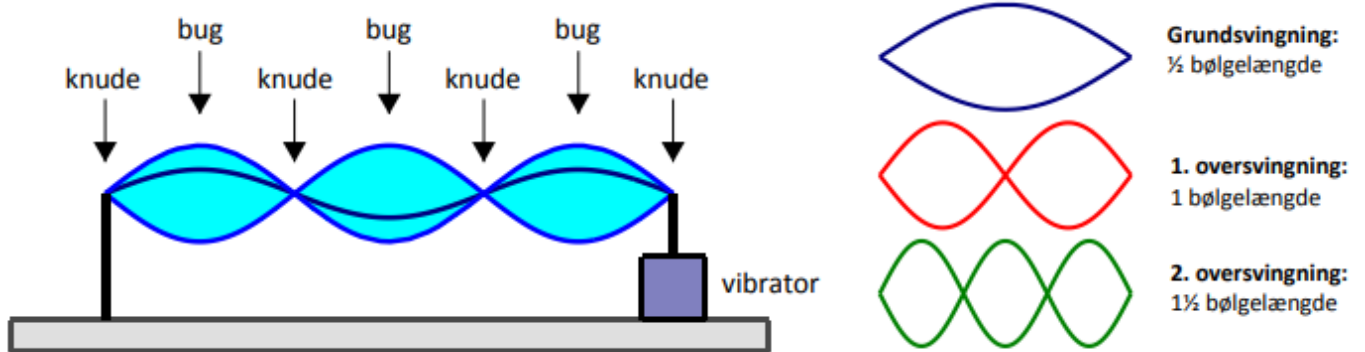
□ Opsamling

Prøv at svare på følgende spørgsmål:

- Hvad er bølgelængde?
- Hvad er frekvens?
- Hvad er amplitude?
- Hvad er udbredelseshastighed (bølgehastighed)?

- Hvad er resonans?
- Hvad er dæmpning?
- Hvad betydning har snorspændingen?

□ Faglig forklaring+



Når man sender en bølge afsted på en streng, vil den bevæge sig hen ad strengen med en konstant hastighed som afhænger af stengens materiale og hvor hårdt den er spændt op. Når bølgen rammer enden vil den blive sendt retur.

Hvis flere bølger sendes afsted med den rette frekvens, vil de kunne interferere konstruktivt og danne stående bølger. Udsvinget af bølgerne bliver større da to bølgetoppe møder hinanden og bliver til en større bølgetop osv. Bølgerne ser ud som om de "står stille", da der er steder hvor bølgerne helt "slukker hinanden", da bølge top møder bølge dal osv.

På illustrationen ses stående bølger på en streng for grundtonen (øverst hvor der er en bug), første overtone (to buger med både en bølgetop og bølgedal), 2 overtone med tre buger ...

Hvis man skal finde bølgelængden af de forskellige bølger skal man således finde længden af "to buger", da en bølgelængde skal indeholde både en top og en bund.

Det ses i forsøget, at hastigheden afhænger af hvor hårdt strengen er spændt op. Da strengen blev hårdere spændt op blev hastigheden højere.

□ Lærervejledning+

Aktiviteten kan laves fysisk eller med simuleringerne. Det anbefales at bruge

slinkyer i starten, hvis man har det.

I forsøget med stående bølger vil eleverne opdage, at selvom frekvensen stiger og bølgelængden falder, forbliver produktet bølgehastigheden tilnærmelsesvis konstant, så længe spændingen i snoren ikke ændres.

1. De centrale målestørrelser og formler

- **Frekvens (f):** Hvor mange svingninger bølgen laver pr. sekund. Måles i Hertz (Hz).
- **Bølgelængde (λ):** Længden af én hel svingning (afstanden fra top til top, eller fra start til slut på en hel bølge bestående af 2 buge). Måles i centimeter (cm) eller meter (m).
- **Bølgehastighed / Udbredelseshastighed (v):** Hvor hurtigt bølgebevægelsen bevæger sig gennem mediet/snoren. Beregnes ud fra bølgeligningen.
- **Amplitude:** Bølgens maksimale udsving fra midterlinjen (hvor højt op eller lavt ned den svinger).

2. Begreber knyttet til stående bølger

- **Stående bølge:** Et mønster, der opstår, når en indkommende bølge og en reflekteret bølge mødes og interfererer, så mønsteret ser ud til at stå stille i rummet og svinge op og ned.
- **Knudepunkt (Knode):** Punkter på snoren, som står helt stille under svingningen (hvor snoren skærer midterlinjen).
- **Buge:** Området på snoren mellem to knudepunkter, som svinger maksimalt op og ned (længden af 1 bug svarer til $1/2 \lambda$).
- **Grundtone (1. harmoniske):** Den laveste frekvens, der skaber en stående bølge med kun 1 bug.
- **Overtoner (2., 3. harmoniske osv.):** Højere frekvenser, hvor der dannes 2, 3 eller flere buge på snoren.

3. Bølgens opførsel og egenskaber

- **Resonans:** Når svinggeneratoren rammer præcis en af snorens egenfrekvenser, så energien opbygges, og der dannes en tydelig stående bølge.
- **Dæmpning:** Hvor meget modstand (f.eks. luftmodstand eller gnidning), der bremser svingningen og får energien til at dø ud.
- **Snorspænding / Stramning:** Den kraft, snoren opstrammes med. Det er snorspændingen og snorens tykkelse, der i praksis bestemmer bølgehastigheden v.

□ Kildehenvisning+

- <https://www.youtube.com/watch?v=ngm0pKNcdU>