Lydens fart

Introduktion

> Når det lyner i tordenvejr, ser vi lysglimtet med det samme, mens skraldet fra torden først når os et par sekunder senere. Det skyldes, at lys bevæger sig ekstremt hurtigt, mens lyd udbredes som trykbølger gennem luften med en mere overskuelig hastighed – den skal I finde!

Sikkerhed

VIGTIGT – læs dette sikkerhedsafsnit, inden du går i gang!

Opmærksomhed

Forsøget foregår over længere afstande udendørs (fx på boldbanen eller i skolegården). Pas godt på trafikken og bevar overblikket over gruppen.

Forholdsregler

- Klap ikke med klappetræet direkte tæt på andres ører, da lydtrykket tæt på kan være skadeligt.
- Pas på smartphones/tablets, når I bevæger jer rundt udendør

Førstehjælp

Ved ubehag i ørerne holdes straks pause fra klapningen.

Oprydning

Rul målebånd pænt sammen og læg udstyret tilbage på plads.

□□ Materialer

I skal bruge følgende:

- Termometer (luftens temperatur)
- Målebånd (min. 20–50 meter) eller målehjul
- Computer
- 1 sæt klappetræer (to træklodser eller brædder)
- 2–3 stopure (eller stopur-app på telefonen)
- Evt. webappen skolelabs.dk/lydfart

□ Vejledning

Følg vejledningen trin for trin:

Forberedelse

- Gå udendørs til et åbent område (f.eks. en boldbane) eller tunnel.
- Mål luftens temperatur T i C med termometret og notér den.
- Vælg enten den analoge eller digitale metode (eller begge) til dataindsamling.

A) Analog metode

1. En elev (“Klapperen”) stiller sig ved 0 m med klappetræet.
2. De øvrige elever (“Tidtagerne”) stiller sig ved den valgte afstand (50 m).
3. Klapperen slår klappetræet stærkt sammen når alle er klar.
4. Tidtagerne starter stopuret, når de **ser** slaget, og stopper det, når de **hører** lyden.
5. Gentag målingen 3–5 gange pr. afstand for at mindske betydningen af menneskelig reaktionstid, og notér alle tider.

6. Gentag processen for de øvrige afstande (75 m og 100 m).

B) Digital metode

1. Åbn browseren på begge telefoner/tablets og gå til skolelabs.dk/lydfart.
2. Opret en målesession på den ene enhed, og tilslut den anden enhed via koden på skærmen eller brug én enhed med ekko-metoden.
3. Udlæg en præcis afstand mellem de to enheders mikrofoner (f.eks. 20, 40, 60 eller 80 m).
4. Indtast den valgte afstand i appen.
5. Følg appens instruktioner til at udløse et klap/lydsignal. Appen beregner tidsforskelsen t mellem registreringerne på de to mikrofoner.
6. Gentag målingen 3 gange for hver afstand og notér tidsresultaterne.

Databehandling

Nu skal I behandle jeres data digitalt for at finde lydens hastighed. Hent og udfyld regnearket herunder.

+ Hent regneark

Opsamling

Prøv at svare på følgende spørgsmål:

- Hvilken værdi fik I for lydens fart v ud fra jeres beregninger i skemaet og ud fra hældningskoefficienten på jeres graf?
- Beregn den teoretiske lydhastighed i luft ved jeres målte temperatur T ved hjælp af formlen: v = 331,5 + 0,6 * T. Hvor tæt var jeres målte resultat på den teoretiske værdi.
- Hvilke fejlkilder var der i jeres forsøg? (Tænk på reaktionstid, vindforhold, afstandsmåling osv.).
- Sammenlign den manuelle metode (klappetræ) med den digitale metode (Skolelabs app). Hvilken metode gav det mest præcise resultat og hvorfor?
- Hvorfor ser man et lyn, før man hører tordenkildet, når et tordenvejr er langt væk?

Faglig forklaring+

Lyd er mekaniske længdebølger (longitudinalbølger), som udbreder sig ved at luftens molekyler støder ind i hinanden og skaber skiftevis fortætninger og fortyndinger (trykændringer).

Lydens hastighed v i en luftart afhænger primært af luftsøjlens temperatur og tæthed. Ved 0 C bevæger lyden sig med ca. 331,5 m/s i tør luft, og hastigheden stiger med ca. 0,6 m/s for hver grad temperaturen stiger:

v = 331,5 m/s + (0,6*T)

Når vi måler afstand s og tid t, benytter vi sammenhængen for konstant hastighed: s = v * t => v = s/t

I grafen svarer x-aksen til tiden t og y-aksen til afstanden s. Da s = v * t, er grafens hældning a = ds/dt = v. Hældningen repræsenterer altså lydens faktiske hastighed.

Lærervejledning+

- **Tværfaglighed:** Aktiviteten kombinerer fysik/kemi (bølger, lyd, hastighed), matematik (lineære funktioner, hældning, statistisk gennemsnit) og teknologiforståelse (brug af sensorer/apps samt databehandling i regneark).
- **Didaktisk tip:** Lad halvdelen af klassen starte med manuel måling og den anden halvdel med digital måling via Skolelabs appen, og lad dem bagefter sammenligne præcisionen af de to metoder.
- **Differentiering:**
  - *Støttende:* Giv eleverne en færdig Excel-skabelon, hvor formlerne er lagt ind på forhånd.
  - *Udfordrende:* Lad eleverne undersøge usikkerheden/spredningen på deres stopursmålinger og beregne den procentvise afvigelse i forhold til den teoretiske formel.

Kildehenvisning+

- https://skolelabs.dk/lydfart/
- https://youtu.be/HecqxJeM_K8?si=FVqTGO05766rjOil