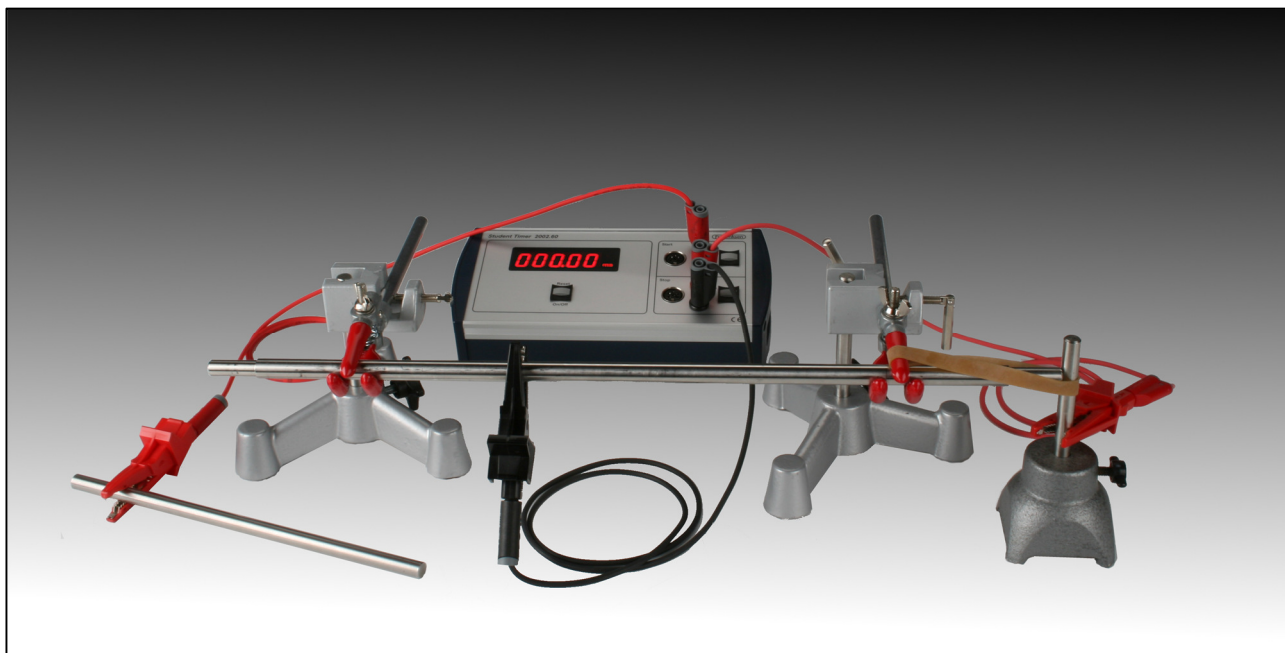


Nummer	131420	Emne	Lyd, kinematik (bevægelseslære), måleteknik		
Version	2018-01-29 / HS	Type	Elevøvelse	Foreslås til	10 / gymCBA p. 1/4



Formål

Bestemmelse af lydens hastighed i stål.

Der måles på to typer bølger eller impulser: Longitudinale (længdebølger) og transversale (tværbølger).

Princip

Et elektronisk stopur startes og stoppes af elektriske signalet fra de to ender af en stålstang, som bølgerne udbredes i. Stangen er forbundet til den ene af stopurets sorte bøsninger (0 volt). Impulsen startes ved at slå på stangens ene ende med en kort stålstang, som er forbundet til den røde *Start*-bøsning. Dette starter tidtagningen. Når impulsen når frem til stangens modsatte ende, vil den støde en anden kort stålstang væk. Derved afbrydes forbindelsen til den røde *Stop*-bøsning, og tidtagningen stopper.

Når de to røde bøsninger ikke er kortsluttet til 0 V, trækkes de internt op på "høj" spænding (nogle volt). Stopuret reagerer på såvel opadgående som nedadgående flanker.

Apparatur

(Se Detaljeret apparaturliste på sidste side)

Tidsmålingerne foretages med et 200280 elektronisk stopur. (Foto vise ældre model 200260.)

Bølgeudbredelsen sker i en stativstang, som hviler i et par holdere, som normalt bruges til f.eks. vore mikrofoner. Denne i modtager-enden fastholdes stangen med en stram, bred elastik.

Til at afsende og registrere lydimpulserne bruges et par korte stålstænger (10 cm).

Modtageren udføres som vist på billederne ved at stabilisere en kort stålstang med en firkantet stativmuffe. Den korte stang holdes let trykket ind mod enden af stativstangen med en bred elastik.

Forbindelse opnås med de store krokodillenæb af sikkerhedstypen, som nemt gaber over stængerne. Stangens længde måles med et målebånd.

Der skal som minimum måles på stænger med længderne 150 cm og 25 cm. Såfremt man har andre stænger, kan disse med fordel anvendes.

Udførelse

Stopurets *Reset*, *On/Off*-knap, bruges til at tænde og nulstille med. Desuden kan man med et langt tryk slukke for instrumentet.

1 – Longitudinale impulser

Lav modtageren som vist på "Stop"-billedet. Den lodrette stålstang skal kun holdes let an mod den vandrette stativstang med elastikken.

Stangen i modtageren skal forbindes elektrisk til stopurets røde *Stop*-bøsning. Den vandrette stativstang skal forbindes elektrisk til en af de sorte bøsninger på stopuret.

Nu er *Stop*-indgangen holdt nede på 0 V, indtil en lydimpuls kortvarigt støder modtageren væk.

Start-bøsningen forbindes tilsvarende til en 25 cm stålstang, som skal bruges som "hammer". *Start*-indgangen vil registrere, når der opstår forbindelse med 0 V (stativstangen).

Nulstil stopuret.

Slå let, men præcist, med start-stangen mod enden af stativstangen i dennes længderetning.

Uret bør registrere en tid på noget mindre end 1 ms.

Gentag målingen mindst 10 gange – gerne flere.

Mål længden af stangen.

Gentag denne procedure med en stang med en anden længde.

Stænger med længden 150 cm og 25 cm skal indgå i eksperimentet, men man bør supplere med yderligere længder, hvis disse er til rådighed.

2 – Transversale impulser

Modtageren ændres som vist.

Elastik er ikke længere nødvendige; modtageren skal blot hvile mod stativstangen.

Nulstil stopuret.

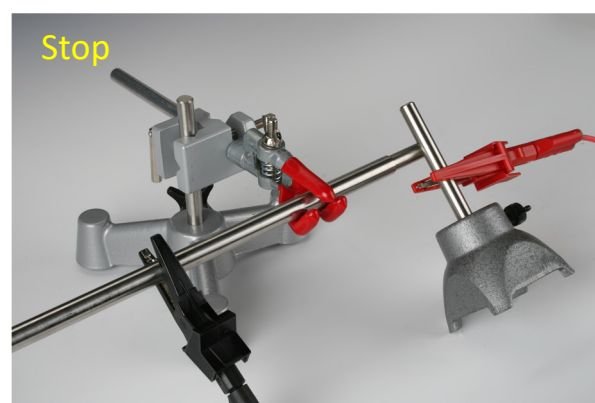
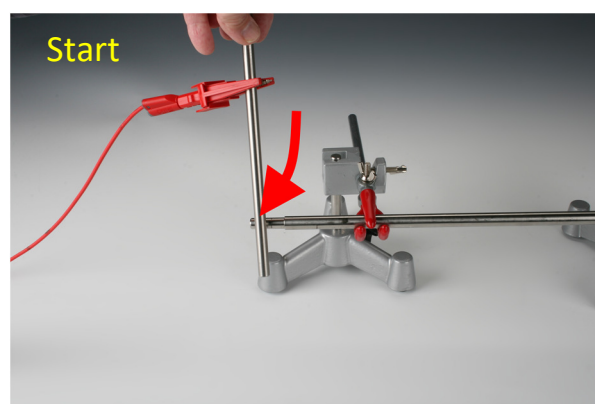
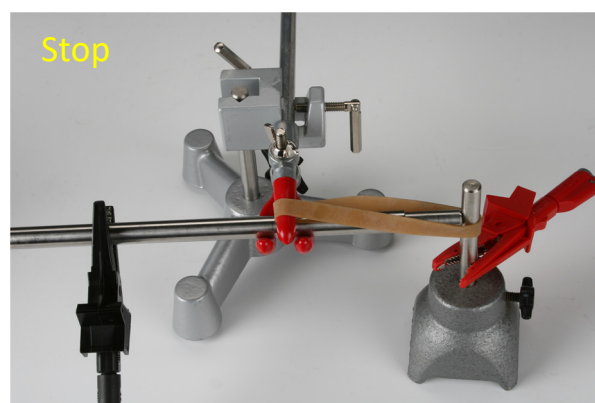
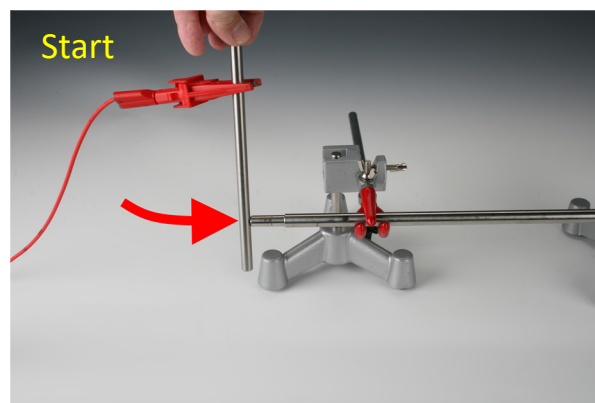
Slå let, men præcist, med start-stangen mod stativstangens anden ende. Hold start-stangen i nogenlunde samme vinkel som modtageren. Læg mærke til, hvor du rammer, og hvor modtageren hviler – det er afstanden mellem disse to punkter, der siden skal måles.

Uret bør registrere en tid, som er nogle gange større end for det tilsvarende eksperiment 1.

Gentag målingen mindst 10 gange – gerne flere.

Mål afstanden, som lydimpulsen bevægede sig gennem stangen. (Ikke hele stangens længde.)

Gentag denne procedure med de øvrige stænger, som blev brugt i eksperiment 1.



Teori

Beregning af hastighed

Hastigheden beregnes som tilbagelagt strækning, delt med forbrugt tid

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

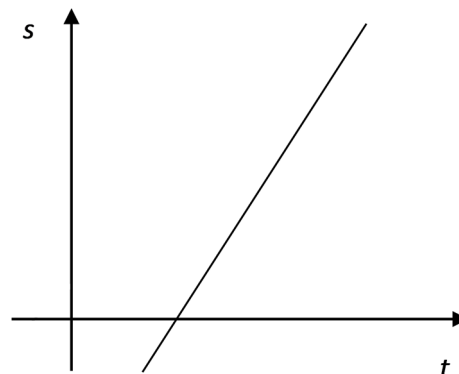
Vi måler en række sammenhørende værdier for længden s og tiden t målt med stopuret.

Bestem for hver måling den gennemsnitlige værdi af t .

Målepunkterne tilpasses med en ret linje i et koordinatsystem, og hastigheden findes som linjens hældning.

Der vil typisk være langt mellem linjen og koordinatsystemets begyndelsespunkt. Dette skyldes de mekaniske forskelle i start- og stop- "kontakterne" og deraf følgende forskellige reaktionstider.

Bemærk, at vi således **ikke** bare kan beregne hastigheden som forholdet mellem s og t .



Databehandling

Skriv måleresultaterne ind i et regneark. Omregn til SI-enheder.

Kassér eventuelle absurde resultater *inden* bestemmelse af gennemsnit. Der kan f.eks. forekomme en "hale" af for lange tider, hvis stop-stangen ikke har tilstrækkeligt god forbindelse, eller man ikke rammer helt rent med start-stangen. Tabellen til højre viser fordelingen af 33 gentagne målinger. Her kasseres målinger større end 0,6 ms.

Indsæt for hvert af eksperimenterne 1 og 2 en graf med tiden som x-akse og strækningen som y-akse.

Lad regnearket indtegne bedste rette linje gennem målepunkterne og brug den fundne værdi af hældningskoefficienten som resultatet af målingen.

t / ms	N
0,55	11
0,56	9
0,57	2
0,58	2
0,59	1
0,60	1
0,63	1
0,64	1
0,69	1
0,74	1
0,75	1
0,77	1
0,78	1

Eksempel på fordeling af målinger med "hale" (afskæres inden videre databehandling)

Diskussion og evaluering

Den fundne longitudinale lyd hastighed bør nogenlunde svare til tabelværdien for lyd hastigheden i rustfrit stål.

Udbredelseshastigheden af transversale bølger er noget lavere. Den er til dels afhængig af materialet dimensioner og derfor sværere at sammenligne med en forventet værdi.

Ved at gentage den samme måling mange gange, får man indtryk af den eksperimentelle usikkerhed.

Hvor stor er spredningen af de målte tider?

Prøv ved hjælp af regnearket at se, hvor meget den målte hastighed ændres, hvis man flytter lidt på gennemsnitstiderne – indenfor den observerede spredning. Angiv denne usikkerhed på hastigheden som et procenttal.

Noter til læreren

Benyttede begreber

Hastighed

Matematiske forudsætninger

(Brug af regneark anbefales kraftigt – specielt for at estimere usikkerheder.)

Graftegning

Hældning af linje

Eventuelt: Standardafvigelse etc.

I afsnittet *Diskussion og evaluering* introduceres usikkerheden på tidsmålingerne kun delvist kvantitativt. Hvis eleverne kender begrebet standardafvigelse, kan dette anvendes i stedet. Elever, som er velbevandrede i statistik kan eventuelt direkte beregne standardafvigelsen på hastighederne.

Om apparaturet

Det elektroniske stopur reagerer ved både start og stop på den første impuls, der modtages. Når displayet viser "low bat.", skiftes batterierne med det samme af hensyn til målenøjagtigheden.

Detaljeret apparaturliste

Specifikt for eksperimentet

200280 Elektronisk stopur
(eller ældre model 200260)

Standard laboratorieudstyr

000860 Stativstang 10 cm (3 stk.)
000850 Stativstang 25 cm (2 stk.)
000830 Stativstang 50 cm
000810 Stativstang 100 cm
000800 Stativstang 150 cm
002310 Stativmuffe, firkantet (2 stk.)
001800 Stativklemme med gaffelgreb (2 stk.)
000600 Stativfod, trefod (2 stk.)
004100 Stubformet fod, firkantet
105740 Ledning 100 cm, sort
105741 Ledning 100 cm, rød
105751 Ledning 200 cm, rød
109020 Krokodillenæb, sort
109021 Krokodillenæb, rød (2 stk.)
140010 Målebånd 200 cm

Reserve dele og forbrugsstoffer

Gummibånd. Vi har dem som
591050 Gummibånd, ca. 200 stk.
351005 Batteri LR6 1,5V [AA] (200260 bruger 6
stk. ad gangen – medfølger)

Reklamationsret

*Der er to års reklamationsret, regnet fra fakturadato.
Reklamationsretten dækker materiale- og produktionsfejl.*

*Reklamationsretten dækker ikke udstyr, der er blevet mishandlet,
dårligt vedligeholdt eller fejlmonteret, ligesom udstyr, der ikke er
repareret på vort værksted, ikke dækkes af garantien.*

*Returnering af defekt udstyr som garantireparation sker for kundens
regning og risiko og kan kun foretages efter aftale med Frederiksen.
Med mindre andet er aftalt med Frederiksen, skal fragtbetøbet
forudbetales. Udstyret skal emballeres forsvarligt.
Enhver skade på udstyret, der skyldes forsendelsen, dækkes ikke af
garantien. Frederiksen betaler for returnering af udstyret efter
garantireparationer.*

© Frederiksen Scientific A/S

*Denne brugsvejledning må kopieres til intern brug på den adresse
hertil det tilhørende apparat er købt. Vejledningen kan også hentes
på vores hjemmeside*