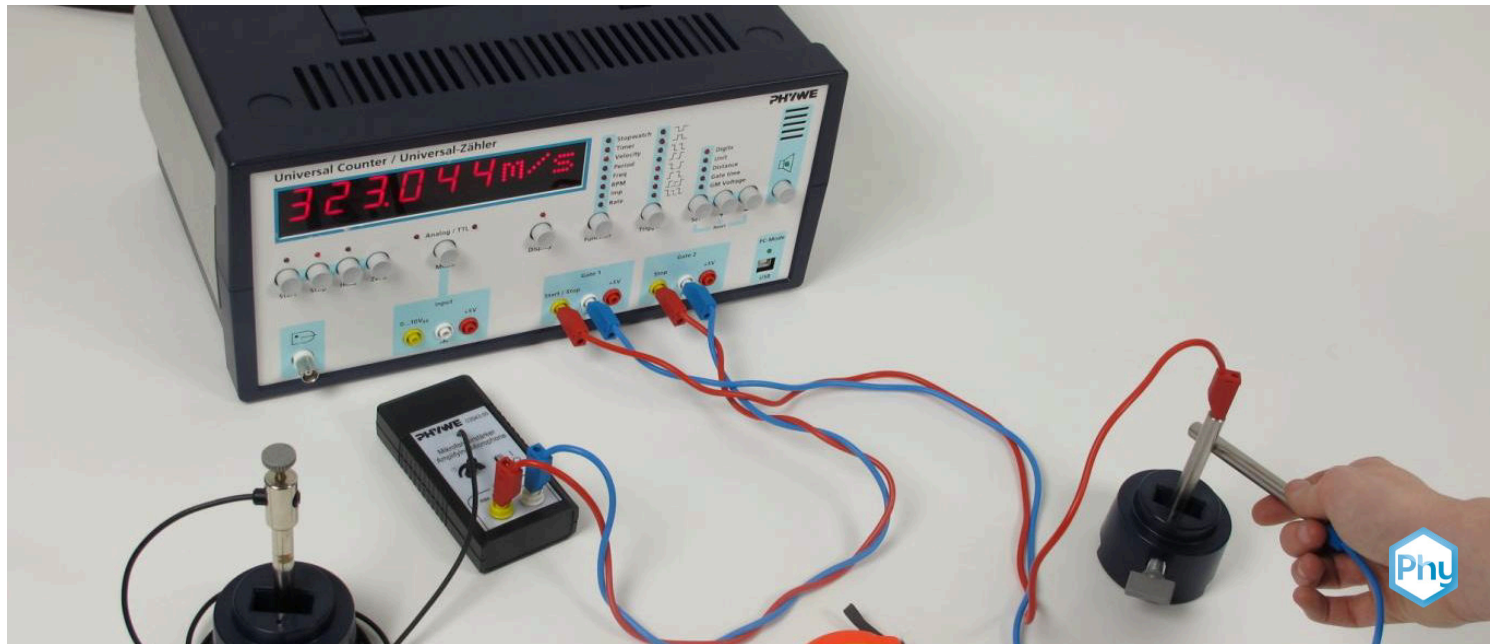


Snelheid van geluid in lucht met de universele teller



Physics

Acoustics

Sound generation & propagation

Applied Science

Engineering

Applied Mechanics

Fluidynamics & Aerodynamics



Strengheid

Gemiddeld



Groepsgrootte

2



Vorbereiding

45+ Notulen



Implementatietijd

45+ Notulen

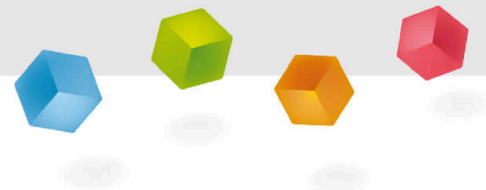
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/619bb62e0a7f13000382c4ce>

PHYWE

Algemene informatie



Toepassing

PHYWE

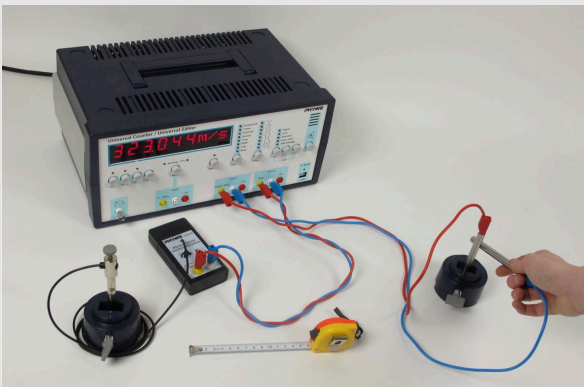


Fig.1: Proefopstelling

De geluidssnelheid in lucht is zeer belangrijk voor afstandsmetingen en voor het begrijpen van het gedrag van trillingen in gassen. Als zodanig kan deze proef worden gebruikt om de geluidssnelheid in lucht te meten.

Overige informatie (1/2)

PHYWE

Voorkennis



Er is geen voorkennis vereist voor dit experiment.

Wetenschap principe



De geluidssnelheid in lucht wordt bepaald door de voortplantingstijd van geluid over verschillende bekende afstanden te meten.

Overige informatie (2/2)

PHYWE

Leerdoel



Het doel van dit experiment is de snelheid van geluid in lucht te bepalen.

Taken



Bepaal de geluidssnelheid in lucht voor verschillende afstanden tussen geluidsbron en microfoon door het meten van de geluidsvoortplantingstijden.

Benodigdheden

Positie	Materiaal	Artikelnr.	Hoeveelheid
1	PHYWE Universele Teller	13601-99	1
2	PHYWE meetmicrofoon met versterker	03543-00	1
3	Batterij 9 volt blok, 9 V, 6F22 (IEC type)	07405-00	1
4	Staafl, roestvrij staal, l = 100 mm, d = 10 mm, met gat	02036-01	2
5	Steun	09906-00	1
6	Vatvoet, voor 1 bar, d ≤ 13 mm	02004-00	2
7	Meetlint, l = 2 m	09936-00	1
8	Aansluitkabel, 32 A, 500 mm, rood Experimenteer kabel, 4 mm stekker	07361-01	2
9	Aansluitkabel, 32 A, 500 mm, blauw Experimenteer kabel, 4 mm stekker	07361-04	2
10	Condensator 1μF/100 V, behuizing G2	39113-01	1

PHYWE

Opbouw en uitvoering

Opbouw

PHYWE

Bouw de proef volgens fig. 1 en 2. Het onderstel van het vat dat als geluidsbron dient, moet ofwel op schuimmateriaal staan of op een ander tafelblad worden opgesteld om te voorkomen dat de geluidssnelheden in vaste stoffen worden gemeten, die veel hoger zouden zijn dan de geluidssnelheid in lucht.

De staaf op de basis van de loop is verbonden met de Start/Stop aansluiting van Gate 1 op de universele teller. De losse staaf met het gat wordt verbonden met de Ground aansluiting. Parallel aan de ingangsaansluitingen wordt de condensator boven op beide aansluitingen geplaatst. Hierdoor is gewaarborgd dat een contactsluiting van de staven niet meerdere startsignalen zal veroorzaken.

De microfoonversterker wordt aangesloten op de aansluitingen Stop en Ground van Gate 2. Gebruik de functie Timer om de tijd te meten die de geluidsgolf nodig heeft om zich voort te planten over de afstand tussen geluidsbron en microfoon. Stel de Trigger in op twee inkomende pulsen.

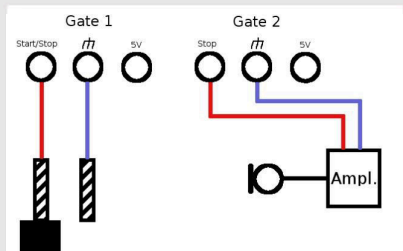


Fig. 2: Schematische schakeling: blauwe kabels zijn aardingsaansluitingen.

Uitvoering

PHYWE

De geluidssnelheid zal worden onderzocht voor ten minste drie verschillende afstanden tussen 30 cm en 100 cm. Om goede statistieken te verkrijgen moet de meting voor elk staafje ten minste vijf keer worden opgenomen.

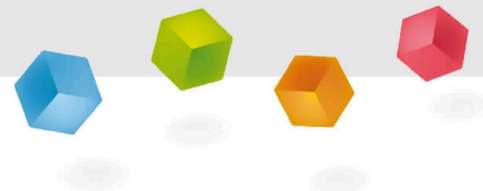
De meting wordt gestart door de metalen staafjes tegen elkaar te slaan, wat een geluid produceert. Door het contact van de staafjes wordt het elektrisch circuit gesloten waardoor de timer start. Nadat het geluid de microfoon op afstand heeft bereikt, genereert de microfoon een tweede elektrische puls die de meting stopt.

Zorg ervoor dat u het geluid genereert op ongeveer dezelfde hoogte waarop de microfoon zich bevindt, om er zeker van te zijn dat de gedetecteerde geluidsgolf zich horizontaal heeft voortgeplant en daadwerkelijk de afstand heeft afgelegd die eerder was gemeten. Die gemeten afstand moet overeenkomen met de afstand van de voorkant van het microfoonkapsel tot de kant van de ingeklemde metalen staaf die naar de microfoon is gericht.

Tijdens de opnamen mogen zich geen achtergrondgeluiden voordoen. Deze zouden de meting beïnvloeden en kunnen leiden tot veel kortere geluidvoortplantingstijden. Voor een correcte vergelijking met literatuurwaarden moet ie tijdens het experiment de omgevingstemperatuur meten.

PHYWE

Evaluatie



Resultaten (1/3)

PHYWE

Hieronder wordt de evaluatie van de verkregen waarden beschreven aan de hand van voorbeeldwaarden. Je resultaten kunnen afwijken van de hier gepresenteerde. De geluidssnelheid in lucht wordt bepaald door te kijken naar de helling van de functie tussen voortplantingstijd en afstand. Bereken de gemiddelde waarden van de gemeten voortplantingstijden voor elke afstand afzonderlijk. In tabel 1 staan voorbeeldmetingen voor verschillende afstanden, alsmede de gemiddelde waarde voor elke afstand.

De berekende waarden worden in fig. 3 uitgezet, zodat een functie kan worden gevonden die past bij de gemeten waarden. De helling van deze functie is de inverse snelheid, aangezien de snelheid

Afstand t [ms]	40 cm	60 cm	80 cm	95 cm
#1	1.25	1.82	2.38	2.84
#2	1.25	1.84	2.51	2.83
#3	1.23	1.85	2.41	2.84
#4	1.24	1.83	2.41	2.83
#5	1.24	1.82	2.40	2.84
gemiddeld	1.24	1.83	2.42	2.83

Resultaten (2/3)

PHYWE

gelijk is aan de tijd $t = \frac{1}{v} \cdot s(2)$

die overeenkomt met de vorm van de passende functie. Uit fig. 3 verkrijgen we de helling in eenheden van seconden per meter:

$$1/v = (2.9 \pm 0.013) \cdot 10^{-3} \text{ s/m} \quad (3)$$

Hier zijn de eenheden omgerekend van milliseconden (zie Tab. 1) naar seconden. Dit resulteert in de geluidssnelheid in lucht als

$$v_{air} = (345 \pm 2) \text{ m/s} \quad (4)$$

bij kamertemperatuur van $T = 23^\circ \text{C} = 296 \text{K}$

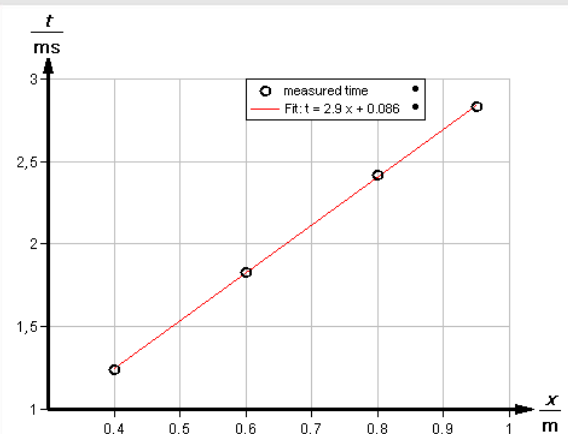


Fig. 3: Voortplantingstijd als functie van de afstand: metingen en passende functie.

Resultaten (3/3)

PHYWE

De literatuurwaarde wordt gegeven als $c_a = 331$ m/s voor de temperatuur $T_a = 0^\circ\text{C} = 273$ K. Het verband tussen de geluidssnelheid en de omgevingstemperatuur in Kelvin (K)

$c(T) = c_0 \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}}$ levert de referentiewaarde $c(23^\circ\text{C}) = 344.7$. De metingen komen dus perfect overeen met de literatuur.

Opmerkingen: Zoals te zien is in de aanpassingsfunctie, is er een kleine afwijking van de functie van $86\ \mu\text{s}$. Als je de propagatietijd zou meten voor een afstand van 0 cm, zou de teller nog steeds een tijd van $86\ \mu\text{s}$ meten. Dit effect wordt veroorzaakt door de experimentele opstelling. Zowel de inslag van de staafjes als de aankomst van de geluidsgolf bij de microfoon zenden een puls naar de teller. Beide signalen hebben tijd nodig om door de aangesloten apparaten te worden verwerkt. De offset van de functie is gelijk aan het verschil van die verwerkingstijden. In het geval van de voorbeeldmeting doet het stopsignaal er $86\ \mu\text{s}$ langer over om de teller te bereiken dan het startsignaal. Vanwege de offset van de functie is het nodig om de voortplantingstijd van het geluid voor ten minste twee verschillende afstanden te meten. De snelheid kan alleen worden bepaald aan de hand van de helling van de functie.