

Lydens hastighed bestemt med resonansrør

Formål

Formålet med denne øvelse er at bestemme lydens hastighed i både luft og CO₂ ved hjælp af et resonansrør.

Teori

Lyden udbreder sig ikke lige hurtig i alle luftarter. Også temperaturen har en indvirkning på lydhastigheden. Der gælder nedenstående sammenhæng, hvor T er gassens temperatur i Kelvin, R er gaskonstanten og $k = c_p/c_v$ er forholdet mellem gassens varmekapaciteter ved konstant tryk og ved konstant rumfang. Disse kan aflæses i datahæftet.

$$(1) \quad v = \sqrt{\frac{kRT}{M}}$$

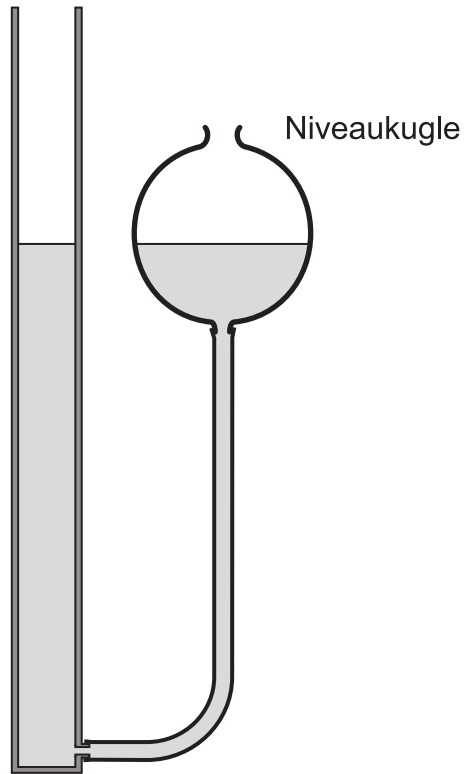
Forsøg

På bagsiden af dette ark ser du et rør med vand i. Vandstanden kan reguleres ved hjælp af en såkaldt *niveaुकugle*. Når en stemmegaffel anslås over røret vil lydbølger med ”stemmegafflens frekvens” forplante sig ned i røret. Indkommende bølger vil *interferere* med reflekterede bølger. For ganske bestemte rørlængder vil der opstå *stående bølger*, også kaldet resonans. Fænomenet kan registreres ved at der forekommer en særlig høj lyd her. De stående bølger *skal* have *knude* i bunden af røret, da luften ikke kan bevæge sig her, og *bug* omkring rørets top. Her er luften i stor bevægelse. Det viser sig, at bugen forekommer et lille stykke k udenfor røret. Dette stykke betegnes *mundingskorrektionen*. Første resonans forekommer, når røret har en længde af ca. $1/4$ bølgelængde; helt præcis når: $l_1 = \frac{1}{4}\lambda - k$. Den anden resonans forekommer tilsvarende når længden er $l_2 = \frac{3}{4}\lambda - k$ og tredje resonans, når $l_3 = \frac{5}{4}\lambda - k$. Situationen er illustreret på bagsiden! Mundingskorrektionen viser sig kun at afhænge af rørets diameter, og er således ens i alle situationerne! Overvej, hvordan det kan være, at $\lambda = 2(l_2 - l_1)$ og $\lambda = 2(l_3 - l_2)$ er helt eksakte formler for bølgelængden?

Noter længderne l_1 , l_2 og l_3 for resonanserne ned og bestem en værdi for bølgelængden (Tag eventuelt gennemsnittet af værdierne for λ , du får ved at bruge hver af de to formler ovenfor). Benyt formelen $v = f \cdot \lambda$ til at bestemme en værdi for lydens hastighed i luft ved den aktuelle temperatur. Hvad skulle lydhastigheden have været ifølge formel (1) ovenfor? Bestem også en værdi for mundingskorrektionen k . Ekstra: Benyt formel (1) til at beregne, hvor mange procent lydhastigheden stiger, hvis temperaturen vokser fra 0°C til 30°C.

Gentag forsøget med CO₂ og bestem lydens hastighed heri. Denne luftart er tungere end luft og kan som sådan ”hældes” ned i røret, via en CO₂-flaske med slange. Hvorfor er det en god idé at starte med resonanserne nedefra? Man kan afprøve om røret er helt fyldt med CO₂ ved at kontrollere om en tændstik slukkes, når den stikkes ned i røret. Husk igen at udregne den teoretiske værdi for lydhastigheden i CO₂ via formel (1)!

Stemmegaffel

Mundingskorrektion: k 