

Een groot lek in een waterleiding is makkelijk te detecteren. Zie figuur 1.

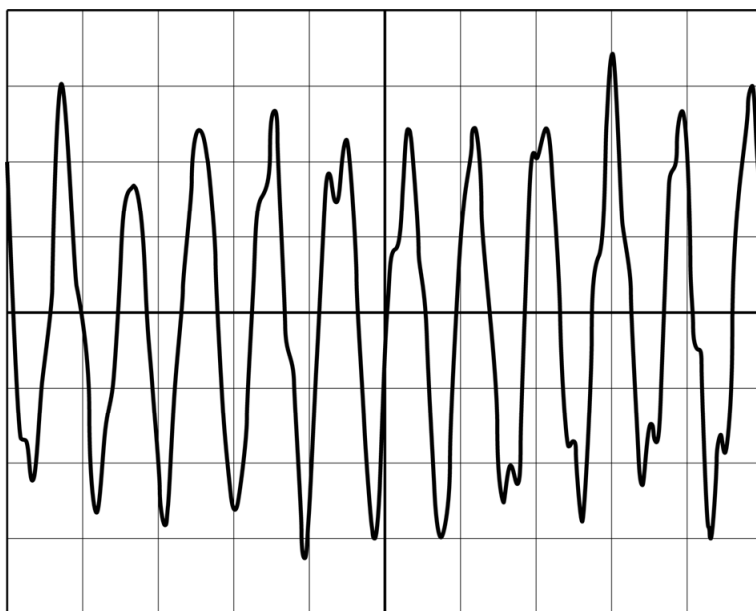
figuur 1



In de industrie worden veel gassen en vloeistoffen door pijpleidingen vervoerd. Een lek kan grote gevolgen hebben, maar is niet altijd zo duidelijk waarneembaar. Er zijn daarom verschillende methodes om een lek te detecteren.

Een lek in een bovengrondse gasleiding kan worden opgespoord met een methode die gebruikmaakt van het geluid dat een gas of vloeistof bij ontsnapping maakt. In het oscillogram in figuur 2 is het signaal weergegeven van het geluid van een lek. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 2

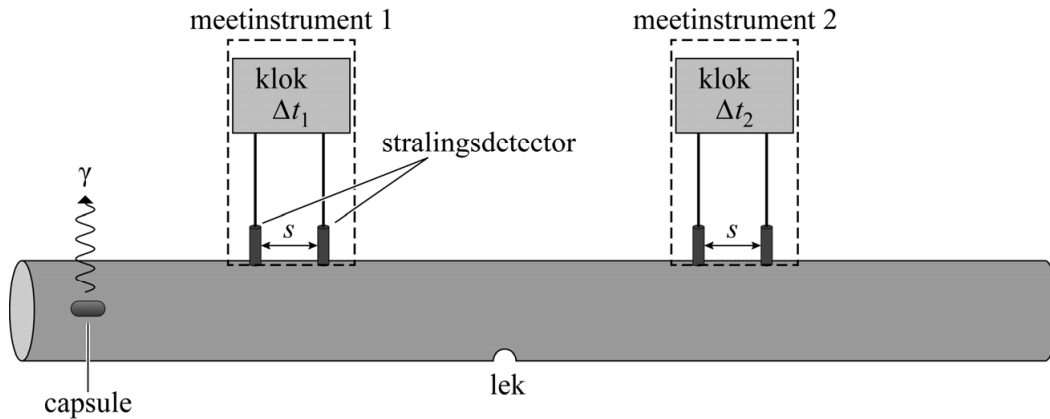


De tijd staat op de horizontale as en is ingesteld op $20 \mu\text{s}$ per hokje. Ultrasoon geluid heeft een frequentie boven de 20 kHz .

- 3p **12** Toon met een bepaling en de figuur op de uitwerkbijlage aan of dit geluid ultrasoon is.

Om lekken onder de grond te detecteren wordt een andere methode gebruikt. Hierbij wordt een capsule met een radioactieve tracer meegevoerd door het gas of de vloeistof in de buis. De buis heeft overal een gelijke doorsnede. Zie figuur 3.

figuur 3



Op diverse plaatsen boven de buis staat een meetinstrument. Ieder meetinstrument bevat twee stralingsdetectoren op een vaste onderlinge afstand s . De stralingsdetectoren registreren alleen straling die loodrecht door de buiswand komt. Een klok in ieder meetinstrument meet het tijdsverschil Δt dat de capsule nodig heeft om afstand s af te leggen. Op de uitwerkbijlage staan een aantal zinnen.

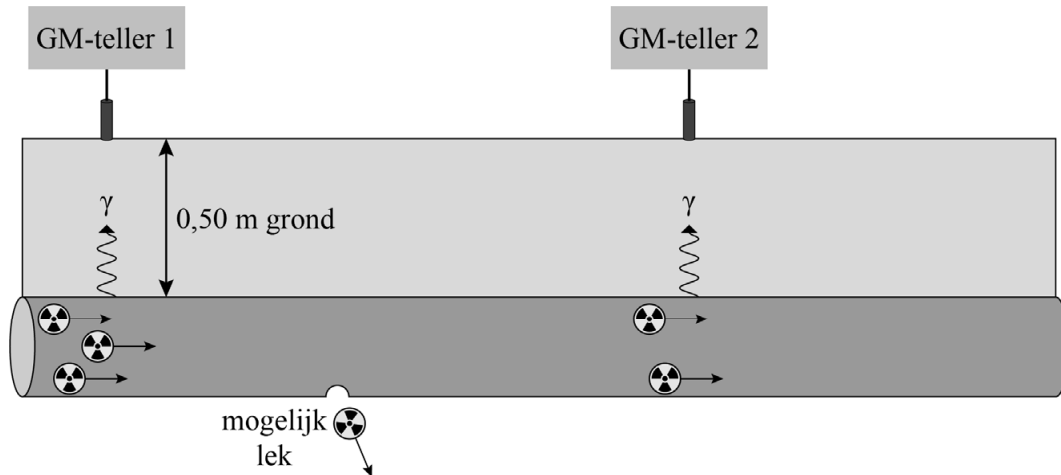
3p **13** Omcirkel op de uitwerkbijlage in iedere zin het juiste antwoord.

Voor het gebruik van deze methode bij ondergrondse metalen leidingen is een eis dat de tracer in elk geval γ -straling uitzendt.

- 1p **14** Wat is de reden van deze eis?
- A** Het ioniserende vermogen van γ -straling is altijd lager dan van α - of β -straling.
 - B** Het doordringend vermogen van γ -straling is altijd hoog.
 - C** De activiteit van een γ -bron is altijd hoog.
 - D** De halveringstijd van een γ -bron is altijd lang.

Bij een derde methode stroomt de radioactieve tracer zonder capsule mee met de vloeistof in de buis. Boven de grond wordt op twee plekken de intensiteit bepaald met een GM-teller. Zie figuur 4.

figuur 4



Een veelgebruikte tracer is Br-82.

- 3p **15** Geef de vergelijking van de vervalreactie van Br-82.

De GM-tellers meten alleen straling die er loodrecht op valt. De intensiteit van de gammastraling in deze richting binnen in de buis noemt men I_0 . Als de γ -straling door de wand van de leiding komt is de intensiteit gehalveerd als gevolg van de metalen wand van de buis. Vervolgens moet de straling nog door 0,50 m grond. Zie figuur 4. De halveringsdikte van de grond is 5,0 cm.

- 3p **16** Bereken welk percentage van I_0 GM-teller 1 bereikt.

Bij een onderzoek aan een pijpleiding passeerde de tracer (Br-82) GM-teller 1 op tijdstip $t = 0$. Na 3 dagen werd de tracer bij GM-teller 2 gedetecteerd. Er werd bij GM-teller 2 een intensiteit gemeten die 8 keer zo klein was als die bij GM-teller 1.

- 3p **17** Leg uit of de gemeten intensiteit duidt op een lek in de pijpleiding tussen GM-teller 1 en GM-teller 2.