

## Opgave 1 Onderwatergeluid

Lees onderstaand artikel.

De Koninklijke marine heeft met groot succes een door TNO ontwikkeld nieuw type sonar getest, LFAS (low frequency active sonar). Deze laagfrequente actieve sonarsystemen zijn gebaseerd op geluid tot 2000 Hz en dragen veel verder in de oceaan dan de tot nu toe gebruikte systemen.

naar Technisch weekblad, 14-10-2006

Een sonar zendt onder water geluidsgolven uit die na weerkaatsing tegen voorwerpen kunnen terugkomen. Uit de tijd die het geluid er over doet om heen en terug te gaan, kan de afstand tot het voorwerp bepaald worden.

De sonar van een schip wordt ingezet om een rots onder water op te sporen. De echo van het geluid wordt 4,35 s na het uitzenden opgevangen. De temperatuur van het zeewater is 20 °C.

- 3p 1 Bereken de afstand van het schip tot de rots.

Met een 2,0 kHz sonar kunnen in zee scholen vis worden gedetecteerd. Vissen kleiner dan een halve meter die alleen zwemmen zijn hiermee echter niet of nauwelijks te detecteren.

- 3p 2 Leg met een berekening uit waarom deze vissen slecht met deze sonar kunnen worden gedetecteerd.

Bij de marine gebruikt men onderwatergeluid met een zeer sterk volume. De geluidsbron levert daarbij op 30 m afstand een geluids(druk)niveau van 160 dB.

- 3p 3 Bereken het vermogen van deze geluidsbron er van uitgaande dat in alle richtingen even sterk wordt uitgezonden. (In werkelijkheid wordt er maar in een zeer beperkte richting uitgezonden.)

valt buiten de  
examenstof

Het gebruik van de LFAS-sonar is omstreden. Dolfijnen en walvissen, die onderling ook communiceren met sonar, worden tot op grote afstand in de war gebracht door deze geluidsgolven.

Men gaat ervan uit dat deze dieren last hebben van LFAS zodra het geluids(druk)niveau ervan meer is dan 50 dB, het normale geluids(druk)niveau van een rustige zee.

- 4p 4 Laat met behulp van een berekening zien of deze dieren op  $1,0 \cdot 10^3$  km afstand last hebben van bovengenoemde geluidsbron. Verwaarloos daarbij de afname van de sterkte van het geluid door andere oorzaken dan de toegenomen afstand.

valt buiten de  
examenstof

Bij de overgang van zeewater naar lucht vertoont geluid breking. Voor breking van geluid gelden dezelfde wetten als voor breking van licht. Voor de brekingsindex  $n$  voor de overgang van zeewater naar lucht geldt:

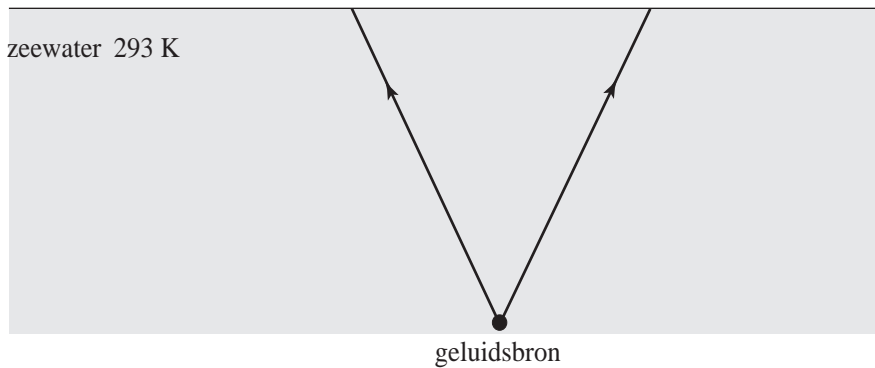
$$n = \frac{v_{\text{zeewater}}}{v_{\text{lucht}}}$$

Hierin is  $v_{\text{zeewater}}$  de geluidssnelheid in zeewater en  $v_{\text{lucht}}$  de geluidssnelheid in lucht.

In figuur 1 zijn twee geluidstralen getekend die de richting van het geluid aangeven dat afkomstig is van een sonar op een onderzeeboot. Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

**figuur 1**

lucht, 293 K



De beide getekende geluidstralen bereiken onder dezelfde hoek het zeewateroppervlak.

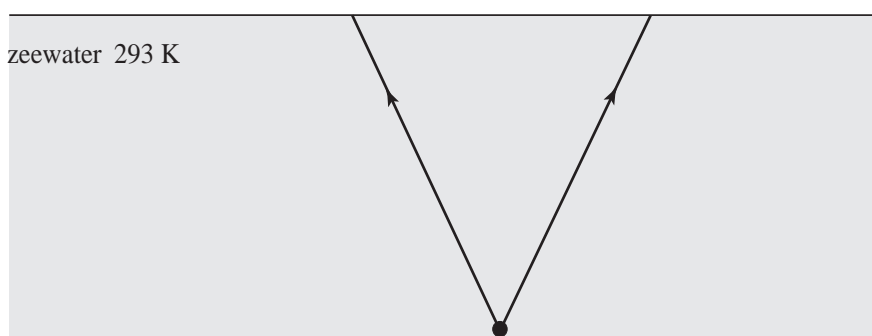
- 5p **5** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage hoe de geluidsstralen na breking verder lopen in de lucht. Bepaal daartoe eerst de hoeken van breking aan het zeewateroppervlak.

uitwerkbijlage

5

lucht, 293 K

zeewater 293 K



geluidsbron