

Opgave 4 Echo's

Echo's ontstaan als geluidsgolven terugkaatsen tegen een oppervlak. Ook bij andere soorten golven dan geluid kunnen 'echo's' ontstaan.

Er bestaat de volgende vuistregel: *een goed waarneembare echo treedt op als de golflengte kleiner is dan de afmetingen van het weerkaatsende oppervlak.*

In deze opgave passen we deze vuistregel toe op een aantal verschijnselen.

Dolfijnen nemen voorwerpen waar door korte geluidspulsen uit te zenden. Het geluid heeft een frequentie van $2 \cdot 10^5$ Hz.

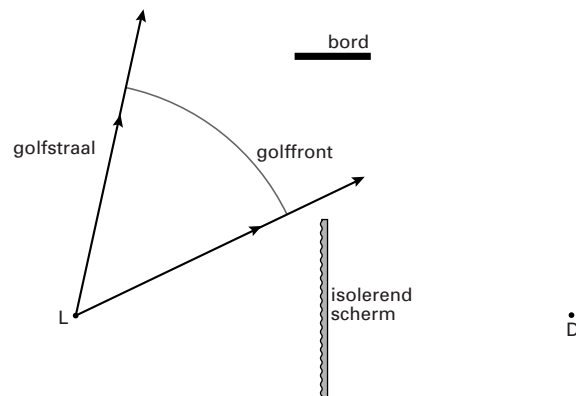
- 3p **13** Bereken de afmetingen van het kleinste voorwerp dat dolfijnen onder water goed kunnen waarnemen.

Meteorologen volgen met radargolven regen- en hagelbuien. Tijdens een noodweer in 1998 vielen in Zuid-Holland hagelstenen met een diameter van 15 cm.

- 3p **14** Bereken welke frequenties elektromagnetische golven kunnen hebben als één zo'n hagelsteen al een goed waarneembare echo moet veroorzaken.

Esther onderzoekt de echo van een geluidspuls. Zij bouwt daartoe op een open grasveld de opstelling die in figuur 5 schematisch is weergegeven. L is een luidspreker die wordt gericht op een houten bord dat het geluid weerkaatst. Een decibelmeter D registreert het geluidsniveau van het weerkaatste geluid. Een isolerend scherm voorkomt dat D geluid opvangt dat rechtstreeks van L afkomstig is.

figuur 5



Eerst laat Esther de luidspreker een hoge toon voortbrengen, zodat de golflengte klein is ten opzichte van de afmetingen van het bord. In figuur 5 is de plaats getekend waar een deel van het golffront zich bevindt 7,5 ms nadat het door L is uitgezonden. Ook zijn twee golfstralen weergegeven (deze staan altijd loodrecht op de golffronten).

Bij de weerkaatsing van geluid tegen het bord gelden de spiegelwetten.

Figuur 5 staat vergroot op de bijlage.

- 4p **15** Construeer in de figuur op de bijlage zowel het weerkaatste als het niet-weerkaatste deel van het getekende golffront 15 ms nadat het door L is uitgezonden. Teken daartoe eerst de golfstralen die nog net langs de randen van het bord gaan.

Esther stelt de volgende hypothese op.

Het bord weerkaatst alle geluidsenergie die het ontvangt. Hierbij treedt het bord op als puntvormige bron met een vermogen van $3,6 \cdot 10^{-5}$ W. Dit vermogen wordt gelijkmatig uitgezonden over een halve bol. De afstand van deze puntvormige bron tot D is 4,0 m.

- 4p **16** Bereken het geluidsniveau dat Esther in D meet als haar hypothese juist is.

↑
valt buiten de
examenstof

Bijlage bij vraag 15

Vraag 15

