

Opgave 2 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 5 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.

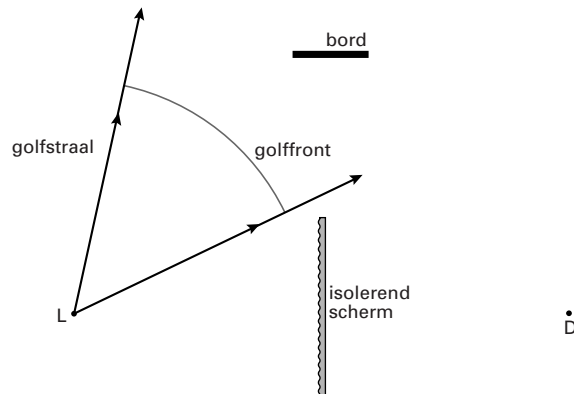
- 3p 6 Bereken welke frequenties elektromagnetische golven kunnen hebben als één zo'n hagelsteen al een goed waarneembare echo moet veroorzaken.

In de zogenaamde nanotechnologie doet men eveneens waarnemingen met behulp van echo's. Het gaat daarbij om onderzoek naar voorwerpen met afmetingen in de orde van nanometers, zoals oneffenheden aan het oppervlak van kristallen. Men maakt daarbij gebruik van het golfkarakter van neutronen.

- 3p 7 Bereken de snelheid van neutronen waarmee men nog net oneffenheden van 6 nm zou kunnen waarnemen.

Esther onderzoekt de echo van een geluidspuls. Zij bouwt daartoe op een open grasveld de opstelling die in figuur 1 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 1



Esther laat de luidspreker een hoge toon voortbrengen, zodat de golflengte klein is ten opzichte van de afmetingen van het bord. In figuur 1 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 weerkaatsing van geluid tegen het bord gelden de spiegelwetten.

Figuur 1 staat vergroot op de bijlage.

- 4p 8 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.

Bijlage bij vraag 8

Vraag 8

