

## Waterdiepte meten

Waterdiepte werd vroeger vanaf een schip gemeten met behulp van een lang touw met een stuk lood aan het uiteinde. Het lood werd aan het touw het water ingelaten. Lood is zwaar, dus het zinkt. Wanneer het lood de bodem raakte, werd het touw uit het water gehaald. Daarna werd het deel gemeten dat onder water was geweest. Dit deed de schipper door telkens een deel van het touw tussen uitgestrekte handen te pakken. Zie figuur 1. Het aantal keer dat dat kon, was de diepte in **vadem**. Deze oude lengtemaat geeft dus de spanwijdte aan van de armen van een volwassen man. Omdat het een onnauwkeurige manier van meten is, is deze lengte later precies vastgelegd: 1 vadem is gelijk aan 6 voet. Een voet is even lang als 12 inch en een inch is 25,4 mm.

figuur 1



Noemen we de waterdiepte in meter  $M$  en de waterdiepte in vadem  $V$ , dan kunnen we  $V$  omrekenen naar  $M$ .

3p 18 Geef een formule waarbij  $M$  uitgedrukt is in  $V$ .

Tegenwoordig meet men waterdiepte met een **echolood**. Dit apparaat bestaat uit een zender en een ontvanger die onder het wateroppervlak bevestigd zijn aan een boot. Het echolood zendt een geluidsgolf naar de bodem en even later wordt de door de bodem teruggekaatste geluidsgolf, de echo, weer door het echolood ontvangen.

Er geldt:

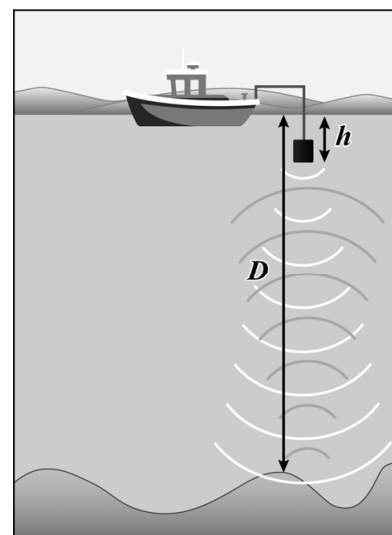
$$D = h + 750t$$

Hierin is:

- $D$  de waterdiepte in meter, dus de afstand tussen het wateroppervlak en de bodem;
- $t$  de echotijd tussen het zenden van de geluidsgolf en het ontvangen van de echo in seconden;
- $h$  de afstand tussen de onderkant van het echolood en het wateroppervlak in meter.

Zie figuur 2.

figuur 2



3p 19 Bereken de echotijd als de bodem zich op 10 meter onder het echolood bevindt. Geef je antwoord in seconden en in drie decimalen.

De snelheid waarmee geluid zich verplaatst in water kun je uit de formule afleiden.

Yvonne zegt: "Die snelheid is de helft van 750, dus 375 meter per seconde."

Josje zegt: "Die snelheid is het dubbele van 750, dus 1500 meter per seconde."

Eén van beiden heeft gelijk.

3p 20 Wie heeft gelijk? Leg je antwoord uit met behulp van de formule.

Een groep duikers vaart de zee op en zoekt een zo diep mogelijke plek om veilig voor anker te gaan. De ankerketting is 78 m lang en voor de veiligheid moet deze lengte minstens anderhalf keer de waterdiepte zijn.

De waterdiepte die het echolood op deze boot aangeeft, kan door een onnauwkeurige meting 3% afwijken van de werkelijke waterdiepte.

3p 21 Bereken de maximale waarde die het echolood als waterdiepte mag aangeven om veilig voor anker te kunnen gaan. Geef je antwoord in meter en in één decimaal.

**Let op: de laatste vraag van dit examen staat op de volgende pagina.**