

- 23 Een aardbeving veroorzaakt zowel longitudinale als transversale golven. Deze golven hebben een verschillende snelheid: de longitudinale golven hebben een snelheid van $4,9 \text{ km s}^{-1}$, de snelheid van de transversale golven is $3,4 \text{ km s}^{-1}$. Een aardbeving vindt plaats ten oosten van een meetstation. De aarde kan in drie richtingen trillen: noord-zuid, west-oost, op en neer.
- a Welke trillingen worden veroorzaakt door longitudinale golven en welke door transversale golven?
- De frequentie van de transversale golven is $1,2 \text{ Hz}$.
- b Bereken de golflengte van de transversale golven in km.
- De longitudinale en transversale golven arriveren met een tijdverschil van 20 s bij het meetstation.
- c Bereken de afstand tussen het meetstation en het epicentrum (de bron van de aardbeving).
- d Hoeveel meetstations zijn er nodig om de plaats van het epicentrum vast te stellen? Licht je antwoord toe.

Opgave 23

- a Of het een transversale of longitudinale golf is, beredeneer je met de beschrijvingen van die begrippen en de trillingsrichting en voortplantingsrichting van de aardbeving.
- De aardbeving vindt plaats ten oosten van het meetstation. De golven bewegen dus van oost naar west. De voortplantingsrichting is dus oost-west. Als een trilling in oost-westrichting wordt doorgegeven, is die richting dezelfde als de richting van de voortplantingssnelheid. Dit zijn dus longitudinale golven. Trillingen in de noord-zuid- en op-neerichting staan loodrecht op de oost-westrichting, dus op de richting van de voortplantingssnelheid. Deze worden dus doorgegeven door transversale golven.
- b De golflengte bereken je met de formule voor de golfsnelheid.
- $v = f \cdot \lambda$
 $v = 3,4 \text{ km s}^{-1} = 3,4 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$
 $f = 1,2 \text{ Hz}$
 $3,4 \cdot 10^3 = 1,2 \times \lambda$
 $\lambda = 2,83 \cdot 10^3 \text{ m}$
Afgerond: $\lambda = 2,8 \cdot 10^3 \text{ m} = 2,8 \text{ km}$.
- c De afstand bereken je door de formule voor de verplaatsing bij eenparige beweging toe te passen op de longitudinale en op de transversale golf.
- $s = v \cdot t$
- Voor de longitudinale golven geldt $v = 4,9 \text{ km s}^{-1}$.
 $s = 4,9 \times t$
- De transversale golven hebben een snelheid $v = 3,4 \text{ km s}^{-1}$. Deze komen 20 s later aan bij het meetstation. Dus op $t + 20$.
 $s = 3,4 \times (t + 20)$
- De longitudinale en transversale golven leggen dezelfde afstand af.
 $4,9 \times t = 3,4 \times (t + 20)$
 $4,9 \times t = 3,4 \times t + 68$
 $1,5 \times t = 68$
 $t = 45,3 \text{ s}$
Invullen in $s = 4,9 \times t$ levert $s = 4,9 \times 45,3 = 222 \text{ km}$.
Afgerond: $s = 2,2 \cdot 10^2 \text{ km}$.
- d Als je hebt berekend hoe ver van een meetstation het epicentrum is, kun je een bol tekenen rondom het meetstation. Met de gegevens van een tweede meetstation vind je een tweede bol. Die twee bollen snijden elkaar in een cirkel, dus het epicentrum ligt op die cirkel. Met gegevens van een derde meetstation krijg je een derde bol. Deze snijdt de cirkel van de eerste twee bollen in twee punten. De gegevens van een vierde meetstation maken duidelijk welke van deze twee punten het epicentrum is. Er zijn meestal dus vier meetstations nodig.