

Opgave 1 Tsunami

1 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Voor de zwaarte-energie van de waterberg geldt: $E_z = mgh$.

Voor de massa van het water m geldt: $m = \rho V$.

Voor het volume van de waterberg geldt: $V = \ell bh$.

Invullen levert: $V = 1200 \cdot 10^3 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 1,8 = 3,24 \cdot 10^{11} \text{ m}^3$.

De hoogte van het zwaartepunt ligt op 0,90 m.

Dus geldt: $E_z = mgh = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 3,24 \cdot 10^{11} \cdot 9,81 \cdot 0,90 = 2,9 \cdot 10^{15} \text{ J} = 2,9 \text{ PJ}$.

(Dus de energie overschrijdt de waarde van 0,5 PJ.)

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat $m = \rho V$ met $V = \ell bh$ 1
- inzicht dat het zwaartepunt van de waterberg op de halve hoogte ligt 1
- completeren van de berekening en uitkomst vergelijken met 0,5 PJ 1

Opmerking

- Voor de dichtheid mag ook ingevuld worden: $0,998 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ (water) en $1,024 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ (zeewater), (zoals aangegeven in BINAS tabel 11).
- om te vergelijken moet de uitkomst en/of de grenswaarde naar dezelfde eenheid zijn omgerekend.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

2 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Doordat de diepte kleiner wordt, wordt de golfsnelheid kleiner. Uit $v = f\lambda$ volgt (omdat de frequentie niet verandert,) dat de golflengte kleiner wordt en dus de golfberg smaller.

Omdat de energie behouden blijft, wordt de golfberg hoger.

- inzicht dat de golfsnelheid kleiner wordt 1
- inzicht in $v = f\lambda$ 1
- inzicht in energiebehoud 1

Opmerkingen

- *Het eerste en tweede scorepunt mogen ook beantwoord worden met het inzicht dat de voorkant van de golf minder snel gaat dan de achterkant.*
- *Bij het tweede scorepunt hoeft niet expliciet vermeld te worden dat de frequentie gelijk blijft.*
- *Het derde scorepunt mag ook beantwoord worden met behulp van het continuïteitsprincipe dat de hoeveelheid water behouden blijft.*
- *Een antwoord gebaseerd op de gedachte dat het gaat over de waterkolom vanaf de bodem; geen scorepunten toekennen.*

3 maximumscore 4

uitkomst: $t = 4,0$ h

voorbeeld van een berekening:

De geluidssnelheid in gesteente bedraagt $3,6 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$. Dus de voortplantingssnelheid van schokgolven bedraagt $7,2 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1}$.

Voor de tijd van de schokgolf door de aardkorst geldt:

$$s = v_1 t_1 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 7,2 \cdot 10^3 \cdot t_1 \rightarrow t_1 = 347 \text{ s.}$$

Voor de snelheid van de tsunami geldt:

$$v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 3,0 \cdot 10^3} = 1,72 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

Voor de tijd die de tsunami nodig heeft, geldt:

$$s = v_2 t_2 \rightarrow 2,5 \cdot 10^6 = 1,72 \cdot 10^2 \cdot t_2 \rightarrow t_2 = 14573 \text{ s.}$$

Voor de tijd tussen het waarnemen van de schokgolf en de komst van de tsunami geldt: $t = 14573 - 347 = 14226 \text{ s} = 4,0 \text{ h.}$

- gebruik van $s = vt$ 1
- opzoeken van de geluidssnelheid in gesteente 1
- gebruik van $v = \sqrt{gd}$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerking

De uitkomst mag uiteraard ook in een andere eenheid gegeven worden.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

4 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Eerst (vanaf $t = 9$ min) neemt de diepte af. De tsunami is dus voorafgegaan door een golfdal (waardoor het water zich eerst van het strand terugtrok).

- inzicht dat eerst de diepte kleiner wordt 1
- consequente conclusie 1

5 maximumscore 3

uitkomst: $\lambda = 13$ km

voorbeeld van een bepaling:

Aflezen levert dat de periode gelijk is aan 20 min.

Dit levert: $T = 20 \cdot 60 = 1200$ s.

Voor de snelheid geldt: $v = \sqrt{gd} = \sqrt{9,81 \cdot 12} = 10,8 \text{ ms}^{-1}$.

Dus geldt: $\lambda = vT = 10,8 \cdot 1200 = 13 \cdot 10^3 \text{ m} = 13 \text{ km}$.

- aflezen van T 1
- gebruik van $\lambda = vT$ met $v = \sqrt{gd}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

Om het laatste scorepunt te krijgen:

- moet de waarde van T liggen tussen 10 en 28 min;
- moet de waarde van de diepte d liggen tussen 10 en 14 m.