

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

7 maximumscore 3

uitkomst: $T = 2,76 \text{ K}$ ($2,40 \text{ K} \leq T \leq 2,80 \text{ K}$)

voorbeeld van een bepaling:

Het maximum van de grafiek ligt bij: $\lambda_{\max} = 1,05 \text{ mm}$.

Met de wet van Wien, $\lambda_{\max} T = k_{\text{W}}$, is de bijbehorende temperatuur uit te rekenen.

$$\text{Dit geeft: } T = \frac{k_{\text{W}}}{\lambda_{\max}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{1,05 \cdot 10^{-3}} = 2,76 \text{ K}.$$

- aflezen van λ_{\max} 1
- gebruik van $\lambda_{\max} T = k_{\text{W}}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Cirkelgolf

8 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

In figuur 2 is te zien dat de (halve) golflengte op de lus niet overal gelijk is.

De frequentie is echter constant. Omdat geldt dat $v = f\lambda$ kan dit alleen verklaard worden met een golfsnelheid in de lus die niet overal gelijk is.

- inzicht dat $v = f\lambda$ met benoemen van de constante frequentie 1
- inzicht dat de (halve) golflengte op de lus niet overal gelijk is 1

9 maximumscore 4

uitkomst: $v = 21 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

In de lus zijn vijf buiken te zien. Er bevindt zich dus $\frac{5}{2}\lambda$ in de lus.

Voor het gemiddelde van de golflengte geldt dan:

$$\lambda = \frac{2\pi d}{5} = \frac{2\pi \cdot 0,245}{5} = 0,308 \text{ m}.$$

Voor de gemiddelde golfsnelheid geldt dan: $v = f\lambda = 69 \cdot 0,308 = 21 \text{ m s}^{-1}$

- inzicht dat er zich $\frac{5}{2}\lambda$ in de lus bevindt 1
- gebruik van $l = \pi \cdot d$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- completeren van de bepaling 1

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

10 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- Het trillingsapparaat zorgt ervoor dat er twee lopende golven ontstaan in de lus: één in de richting van de wijzers van de klok en één in de tegengestelde richting. Deze golven hebben bij het trillingsapparaat een faseverschil ten opzichte van elkaar van 0 en bereiken op hetzelfde moment het bovenste punt van de lus. (De beide golven hebben op dat moment dezelfde afstand afgelegd.) In het bovenste punt van de lus moet dus altijd sprake zijn van een faseverschil 0 en dus constructieve interferentie.
 - Omdat er een knoop zit bij het trillingsapparaat en een buik in het bovenste punt van de lus, is het alleen mogelijk om een oneven aantal knopen (of buiken) in de lus te realiseren.
- inzicht dat de beide golven tegelijkertijd (vertrekken bij het trillingsapparaat en) aankomen in het bovenste punt van de lus 1
 - inzicht dat de golven in het bovenste punt van de lus (nog steeds) faseverschil 0 hebben 1
 - benoemen dat met bovenin een buik en onderin een knoop het aantal buiken altijd oneven moet zijn 1

11 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

De metingen 1 en 4 kunnen met elkaar vergeleken worden. Het aantal buiken in meting 4 is een factor 3 groter dan het aantal buiken in meting 1. De frequentie is niet een factor 3 groter (en dus is er geen recht evenredig verband).

- inzicht in de voorwaarden voor een recht evenredig verband 1
- inzicht dat de verhouding van twee verschillende frequenties vergeleken moet worden met de verhouding van de twee bijbehorende aantallen buiken 1
- completeren van de berekeningen 1

Opmerking

Bij de beoordeling van deze vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

12 maximumscore 5

uitkomst: $c = 3,18 \text{ s}^{-1}$ (met een marge van $0,05 \text{ s}^{-1}$)

voorbeeld van een antwoord:

- Op de horizontale as staat: n^2 (-).
- Op de verticale as staat: f (Hz).
- De waarde voor de constante c in de formule volgt uit de helling van de trendlijn. Dus: $c = \frac{350}{110} = 3,18 \text{ s}^{-1}$.

- inzicht dat n^2 staat uitgezet op de horizontale as van de grafiek 1
- inzicht dat f in Hz staat uitgezet op de verticale as van de grafiek 1
- inzicht dat c gelijk is aan de helling van de trendlijn 1
- consequent bepalen van de eenheid 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- *Als de kandidaat het antwoord noteert in meer of minder dan drie significante cijfers, het laatste scorepunt niet toekennen.*
- *Als de kandidaat het vierde scorepunt niet behaald heeft, kan hij/zij het vijfde scorepunt nog behalen.*

13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- Het aantal buiken is een telwaarde. Deze waarde heeft geen invloed op het aantal significante cijfers. (Roland heeft dus geen gelijk.)
 - De constante c wordt bepaald uit meerdere meetwaarden die (na een coördinatentransformatie) liggen op een rechte trendlijn. Dit vergroot de nauwkeurigheid van de bepaling. (Daarom is de gedachte van Arno verdedigbaar om een significant cijfer meer te gebruiken.)
- benoemen dat de telwaarde geen invloed heeft op het aantal significante cijfers 1
 - inzicht dat de constante bepaald wordt uit meerdere meetwaarden 1
 - inzicht dat de meetwaarden op een rechte lijn liggen (na coördinatentransformatie) 1