

Correctievoorschrift
oefentoets v4 trillingen en
golven 2025

Natuurkunde vwo

MASSA-VEERSYSTEEM

1 maximumscore 3

Bepaling van de trillingstijd uit het (u,t) -diagram geeft: $2T = 0,64 \text{ s} \rightarrow$

$$T = 0,32 \text{ s}$$

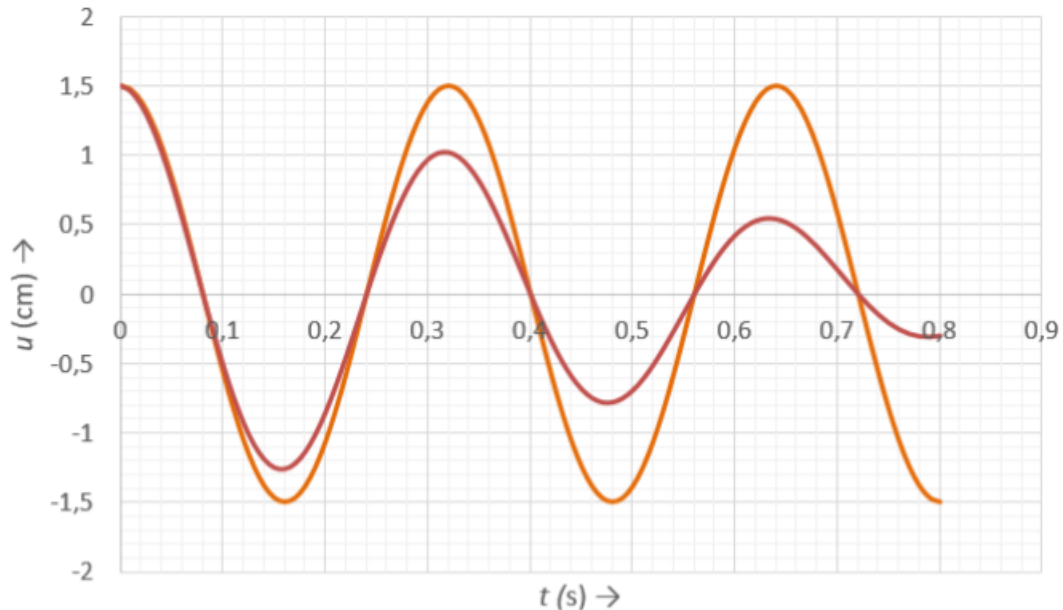
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}} \rightarrow C = 4\pi^2 \frac{m}{T^2} = 4\pi^2 \frac{0,120}{0,32^2} = 46 \text{ N kg}^{-1}$$

- 1p bepalen van T
- 1p gebruik van $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$
- 1p completeren van het antwoord

2 maximumscore 3

Door de stroperigheid ontstaat er meer wrijving. De trilling wordt gedempt (rode lijn).

- 1p amplitude steeds kleiner
- 1p trillingstijd onveranderd
- 1p completeren van de tekening tot $t = 0,8$ s



3 maximumscore 4

De eigenfrequentie van de veer ligt volgens de tabel bij $f = 3,2$ Hz, omdat daar de amplitude het grootst is. Daar vindt dus resonantie plaats. $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3,2} = 0,31$ s. Dit komt goed overeen met de waarde van 0,32 s uit het (u,t) -diagram.

- 1p observeren dat de amplitude het grootst is bij $f = 3,2$ Hz
- 1p gebruik van het begrip 'resonantie' in de uitleg
- 1p gebruik van $T = \frac{1}{f}$
- 1p eigenfrequentie uit tabel vergelijken met eigenfrequentie uit (u,t) -diagram + consequente conclusie

4 maximumscore 2

Met een stroperige vloeistof wordt de trilling gedempt. Het wordt dan moeilijker om resonantie waar te nemen en de eigenfrequentie te bepalen, afhankelijk van de viscositeit van de vloeistof.

- 1p noemen dat trilling wordt gedempt
- 1p resonantie moeilijker of helemaal niet meer waar te nemen

Trillingen in een vrachtwagen

5 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Uit het (v, t) -diagram op de uitwerkbijlage blijkt dat de trillingstijd van de trilling $0,36$ s is.

De frequentie f is dan $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,36} = 2,8$ Hz.

Dit ligt in het genoemde gebied (van $2,0$ Hz tot 80 Hz).

- bepalen van de trillingstijd met een marge van $0,04$ s (1 punt)
- consequente conclusie (1 punt)

Opmerking

Significantie en eenheid zijn hier niet van belang.

6 maximumscore 3

uitkomst: $2,5$ h

voorbeeld van een bepaling:

De maximale versnelling is gelijk aan de richtingscoëfficiënt van de raaklijn aan het (v, t) -diagram op een tijdstip waar de snelheid 0 m s⁻¹ is. De maximale versnelling is $\frac{0,40}{0,14} = 2,9$ m s⁻².

In figuur 1 is af te lezen dat de maximale werktijd dan $2,5$ uur is.

- inzicht dat de helling van de raaklijn bepaald moet worden bij een tijdstip waar de snelheid gelijk is aan 0 m s⁻¹ (1 punt)
- bepalen van de richtingscoëfficiënt (met een marge van $0,3$ m s⁻²) (1 punt)
- consequente bepaling van de maximale werktijd (1 punt)

7 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voorbij $2,0$ Hz is de verhouding $\frac{A_{\text{stoel}}}{A_{\text{vw}}} < 1$. Dit betekent dat de amplitude van de trilling van de chauffeur kleiner is dan die van de vrachtwagen. De problemen voor trillingen vanaf $2,0$ Hz zijn, door dit veersysteem te gebruiken, nu dus minder.

- inzicht dat $\frac{A_{\text{stoel}}}{A_{\text{vw}}} < 1$ is voor frequenties groter dan $2,0$ Hz (1 punt)
- conclusie (1 punt)

8 maximumscore 3

uitkomst: 42 kg

voorbeeld van een berekening:

Voor de trillingstijd van een massa-veersysteem geldt: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$.
De veerconstante is $C = 1,3 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1}$, $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,50} = 2,0 \text{ s}$.

Invullen geeft: $2,0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{1,3 \cdot 10^3}}$ zodat $m = \frac{1,3 \cdot 10^3}{\pi^2} = 132 \text{ kg}$.

De massa van de bestuurder is 90 kg, zodat de stoel een massa heeft van $132 - 90 = 42 \text{ kg}$.

- gebruik van $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$ (1 punt)
- inzicht dat geldt: $m_{\text{stoel}} = m_{\text{totaal}} - m_{\text{chauffeur}}$ (1 punt)
- completeren van de berekening (1 punt)

Opmerking

Wanneer een kandidaat de massa van de chauffeur niet heeft meegenomen in de berekening en uitkomt op stoel $m_{\text{stoel}} = 132 \text{ kg}$ hiervoor geen scorepunten in mindering brengen.

9 maximumscore 1

antwoord: (veer) C

Panfluit

10 maximumscore 2

In de buis bevinden zich **longitudinale** geluidsgolven met verschillende **frequenties**.

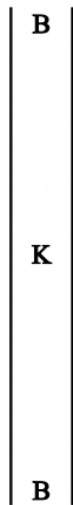
Er treedt resonantie op zodra de **golflengte** van een golf in verhouding is met de lengte van de luchtkolom in de buis.

indien drie antwoorden juist 2 punten

indien twee antwoorden juist 1 punt

indien één of geen antwoord juist 0 punten

11 maximumscore 2



- inzicht dat $\frac{1}{2}\lambda$ past bij de grondtoon (1 punt)
- inzicht dat zich in het midden van de buis een knoop bevindt (1 punt)

Opmerking:

Wanneer een kandidaat een golfpatroon tekent: dit niet aanrekenen.

12 maximumscore 4

uitkomst: $f = 4,7 \cdot 10^2$ Hz

voorbeeld van een berekening:

Voor de lengte ℓ van de luchtkolom in de buis geldt:

$$\ell = 18,8 - 1,0 = 17,8 \text{ cm.}$$

Dit invullen in de gegeven formule levert:

$$\frac{1}{4}\lambda = 0,178 + 0,31 \cdot 1,8 \cdot 10^{-2} \rightarrow \lambda = 0,734 \text{ m.}$$

Voor de frequentie geldt dan:

$$v = f\lambda \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{0,734} = 4,7 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- inzicht dat geldt $\ell = 18,8 \text{ cm} - 1,0 \text{ cm}$ (1 punt)
- gebruik van $\frac{1}{4}\lambda = \ell + 0,31 \cdot d$ met ℓ en d in m (1 punt)
- gebruik van $v = f\lambda$ met $v = 343 \text{ m s}^{-1}$ (1 punt)
- completeren van de berekening (1 punt)

Opmerking:

Fouten in significantie niet aanrekenen.

13 maximumscore 2

uitkomst: $f = 5,0 \cdot 10^2 \text{ Hz}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \text{ Hz}$)

voorbeeld van een bepaling:

methode 1

Er worden 10 trillingen geproduceerd in $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$,

dus $T = \frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{10} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

Voor de frequentie geldt: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,0 \cdot 10^{-3}} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ Hz}$.

- inzicht dat geldt $T = \frac{\text{benodigde tijd}}{\text{aantal trillingen}}$ en $f = \frac{1}{T}$ (1 punt)
- completeren van de bepaling (1 punt)

of

methode 2

Uit de figuur is af te lezen dat er 10 trillingen worden geproduceerd in $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}$, dus $f = \frac{10}{2,0 \cdot 10^{-2} \text{ s}} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ Hz}$.

- inzicht dat geldt $f = \frac{\text{aantal trillingen}}{\text{benodigde tijd}}$ (1 punt)
- completeren van de bepaling (1 punt)

14 maximumscore 4

voorbeelden van antwoorden:

- Als de temperatuur stijgt, neemt de geluidssnelheid toe. Bij gelijkblijvende golflengte wordt de frequentie dan hoger. (Dus dat kan een oorzaak zijn.)

- inzicht dat de geluidssnelheid toeneemt bij stijgende temperatuur (1 punt)
- inzicht dat bij gelijkblijvende golflengte de frequentie dan stijgt (1 punt)

- Om bij een constante geluidssnelheid de frequentie lager te krijgen moet λ groter worden. (De luchtkolom moet langer worden.) De kurk moet dus minder diep in de buis steken.

- consequent inzicht voor het veranderen van λ (1 punt)
- consequente conclusie (1 punt)

Onderzoek naar geluid uit een fles

15 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Aflezend uit figuur 9 levert: $4,5 T = 19,2 - 0,4 = 18,8$ ms. Dus:
 $T = 4,18$ ms.

Dit levert: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4,18 \cdot 10^{-3}} = 239 \text{ Hz} = 2,4 \cdot 10^2 \text{ Hz}$.

- gebruik van $f = \frac{1}{T}$ en aflezen van T
- completeren van het antwoord

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

- Voor de geluidssnelheid geldt: $v = f \lambda = 2,4 \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 0,13 = 125 \text{ m s}^{-1}$. Volgens Binas is de geluidssnelheid 343 m s^{-1} bij kamertemperatuur. (Klopt dus niet.)
- Een boventoon heeft een kleinere golflengte, dat zou resulteren in een nog kleinere geluidssnelheid.
- gebruik van $v = f \lambda$ met $\lambda = 4d$
- completeren van de berekening
- inzicht dat uit een kleinere golflengte bij gelijke frequentie een kleinere geluidssnelheid volgt

17 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

- De massa bepalen van de fles zonder water. Hierna de fles vullen met water en het volume van dit water bepalen. Het massaverschil omrekenen naar volume.
- De fles verder vullen met water en deze hoeveelheid bepalen.

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Voor de eenheid van volume geldt: $[V] = \text{m}^3$.

Dus geldt voor de eenheid langs de horizontale as: $\left[\frac{1}{\sqrt{V}}\right] = \left[V^{-\frac{1}{2}}\right] =$
 $(\text{m}^3)^{-\frac{1}{2}} = \text{m}^{-\frac{3}{2}}$.

- inzicht dat $\left[\frac{1}{\sqrt{V}}\right] = \left[V^{-\frac{1}{2}}\right]$
- completeren van het antwoord

Opmerking:

Het antwoord $\frac{1}{\sqrt{m}}$ goed rekenen.

19 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

- Deze coördinaattransformatie wordt gedaan om een rechte lijn te krijgen. Uit de formule blijkt dat $f \sim \frac{1}{\sqrt{V}} \sim V^{-\frac{1}{2}}$. Dus is het verband een rechte lijn door de oorsprong. / Met deze coördinaattransformatie wil je de formule $y = ax + b$ vergelijken met de formule van *Helmholtz*. Dan geldt: $b = 0$.
- De formule van Helmholtz is om te schrijven als: $f = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{l}} \sqrt{\frac{1}{V}}$.
Dus geldt: $3,22 = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{l}} = \sqrt{\frac{2,54 \cdot 10^{-4}}{0,070}}$ Dit levert: $v = 3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- De meetpunten liggen ongeveer op een rechte lijn en de helling van de lijn levert een geluidssnelheid die niet veel afwijkt van de literatuurwaarde in *BiNaS*. Dus ze mogen deze conclusie trekken.
- inzicht in het recht evenredig verband $f \sim \frac{1}{\sqrt{V}} \sim V^{-\frac{1}{2}}$
- inzicht dat $3,22 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{l}}$
- completeren van de berekening van v
- constateren dat de waarde voor de geluidssnelheid overeenkomt met de literatuurwaarde en conclusie

20 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

Door de best passende rechte lijn (door de oorsprong) te tekenen, worden de meetfouten uitgemiddeld en is het resultaat nauwkeuriger dan de meetwaarden afzonderlijk.