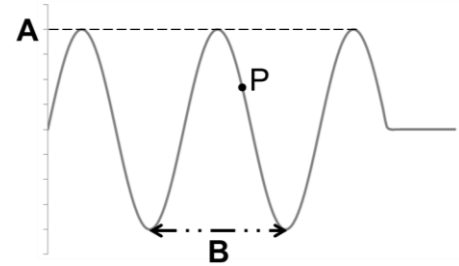


### Opgave 1 Golf in een touw

Lejo legt een lang touw op de grond, pakt het uiteinde vast en beweegt dan zijn hand op en neer. In het touw ontstaat een lopende golf. Lot staat er naar te kijken en maakt op een gegeven moment een foto. De stand die het touw op dat moment had is vergelijkbaar met de tekening in figuur 1.



Figuur 1

- 2p **1** Hoe heten de grootheden die in figuur 1 met de letters **A** en **B** zijn gemarkeerd?

De golf beweegt van links naar rechts. In het touw is in figuur 1 het punt *P* weergegeven.

- 2p **2** Wat is waar? Het punt *P* beweegt:
- A** naar links
  - B** naar rechts
  - C** omhoog
  - D** omlaag

Lejo beweegt zijn hand twee keer per seconde op en neer.

- 1p **3** Wat is dan de frequentie?

Het tijdstip waarop Lejo begon met het heen en weer bewegen van het touw noemen we het tijdstip  $t = 0$  s

- 2p **4** Leg uit dat de stand in het touw van figuur 1 hoort bij het tijdstip  $t = 1,25$  s.
- 2p **5** Teken hoe de stand van het touw er op  $t = 1,0$  s uit zag.

Voor de golf die Lejo gemaakt heeft geldt:  $\lambda = 0,80$  m.

- 2p **6** Bereken de golfsnelheid.

### Opgave 2 Het oudste muziekinstrument

In een grot in Duitsland is het oudste bekende muziekinstrument gevonden (zie figuur 2). Het instrument is tussen de 42.000 en 43.000 jaar oud en is gemaakt van ivoor van een mammoet en vogelbotjes.



Figuur 2

De fluit had 3 gaatjes en was 18,6 cm lang en had een grondtoon van 0,922 kHz.

- 1p **7** Wat betekent het woord *grondtoon*?

Bij een gitaar is de golflengte van de grondtoon 2x zo lang als de lengte van de snaar. Bij deze fluit is de golflengte van de grondtoon ook 2x zo lang als de fluit.

- 4p **8** Bereken de golfsnelheid van de lucht in de fluit.

De 3<sup>e</sup> boventoon van de B-snaar van een gitaar levert bijna dezelfde frequentie als de oude fluit.

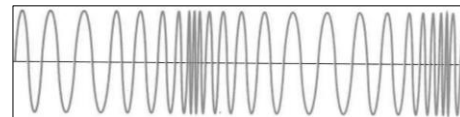
- 2p **9** Teken een gitaarsnaar met een staande golf van de 3<sup>e</sup> boventoon.

**Opgave 3 FM Radio**

Een zendmast voor radio zendt elektromagnetische golven uit. Er kan zowel via *AM* als *FM* uitgezonden worden.

2p **10** Waar staan de letters *FM* voor?

2p **11** In figuur 3 wordt een FM-sigitaal getoond. Noem twee kenmerken uit de figuur waaraan je dat kunt zien.



**Figuur 3**

2p **12** Maak een schets van een AM-sigitaal.

Radio 1 is in Groningen te beluisteren op een frequentie van 91,8 MHz (megahertz = 1 miljoen hertz).

2p **13** Bereken de bijbehorende trillingstijd.

Vanaf de radiozendmast in het Drentse Smilde is het 39 km naar het centrum van de stad Groningen. Het radiosigitaal van de zendmast doet er 0,13 ms (0,13 milliseconde) over om Groningen te bereiken.

3p **14** Bereken met deze gegevens de snelheid van de radiogolven in m/s (meter per seconde).

2p **15** Noem twee verschillen tussen radiogolven en geluidsgolven.

Lara zegt: “*Des te hoger de frequentie, des te kleiner de golflengte.*”

Marcel zegt: “*Hoe hoger de frequentie, hoe hoger de golfsnelheid.*”

2p **16** Kies het juiste antwoord:

- A** Lara en Marcel hebben allebei gelijk
- B** Lara heeft gelijk, Marcel heeft ongelijk
- C** Lara heeft ongelijk, Marcel heeft gelijk
- D** Lara en Marcel hebben allebei ongelijk

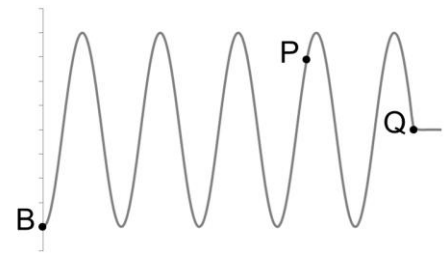
**einde**

### Opgave 1 Watergolven

Jaap vult een grote bak met water. Door een houten blok met een vast ritme op en neer te bewegen, maakt hij watergolven met steeds dezelfde golflengte.

Naast de bak heeft Jaap een digitale filmcamera geplaatst waarmee hij de beweging van de golven kan terugkijken. Jaap kijkt de film terug op zijn computer. Op tijdstip  $t = 0$  begint de film en begon Jaap ook met de beweging van het blok. Als hij even later de film stil zet, is de stand van het water zoals getekend in figuur 1.

De golven komen maximaal 3,0 cm boven het wateroppervlak uit.



Figuur 1

- 1p **1** Hoe wordt deze maximale hoogte genoemd?

Het blok gaat één keer op en neer in 0,40 s.

- 2p **2** Bereken de frequentie.

In figuur 1 staan drie punten. Het punt *B* is de plek van het blok. Het punt *P* is een punt in de waterbak. Het punt *Q* is de voorkant van de golf.

Toen Jaap begon met het maken van golven, bewoog het water in het punt *Q* nog niet, omdat het even duurt voor de eerste golf bij *Q* is.

- 2p **3** Toon aan dat het 1,9 s duurde, voordat de eerste golf bij het punt *Q* was.

Het punt *Q* zit horizontaal op 171 cm van het blok.

- 2p **4** Bereken de golfsnelheid in het water.

Jaap zegt: “*Het water in het punt P is op weg naar boven.*”

Willem zegt: “*Het punt Q gaat nu omhoog en pas over 0,20 s naar beneden.*”

- 2p **5** Kies het juiste antwoord:

- A** Jaap en Willem hebben allebei gelijk
- B** Jaap heeft gelijk, Willem heeft ongelijk
- C** Jaap heeft ongelijk, Willem heeft gelijk
- D** Jaap en Willem hebben allebei ongelijk

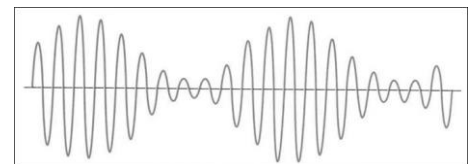
### Opgave 2 Helikopters

In de luchtvaart wordt gecommuniceerd via elektromagnetische golven in de VHF-band (*very high frequency*) via een AM-signaal.

- 2p **6** Waar staan de letters *AM* voor?

In figuur 2 staat een voorbeeld van een AM-signaal.

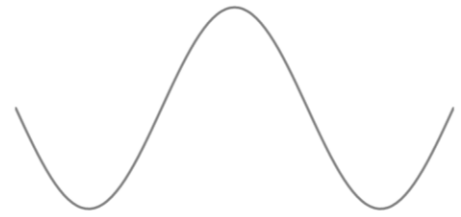
- 2p **7** Noem twee grafiekenmerken uit figuur 2, waaraan je kunt zien dat dit een AM-signaal is.



Figuur 2

### Opgave 3 Staande golf in een touw

Eefje en Patrick maken een staande golf in een dun touw. Figuur 3 laat zien hoe het touw er op een bepaald moment uit ziet.



Figuur 3

- 1p **8** Leg uit wat een staande golf is?
- 2p **9** Neem figuur 3 over op je uitwerkblad. Teken daar recht onder nogmaals het touw, maar nu in de stand van de 1<sup>e</sup> boventoon.

### Opgave 4 Onderwatergeluid

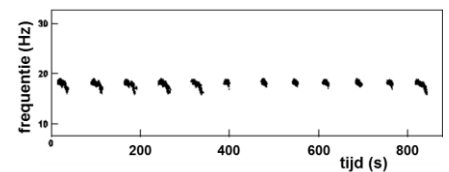
Walvissen communiceren onder water door middel van infrageluid of infrasoone geluid. Het woord infrasoone lijkt op ultrasoon. Mensen kunnen beide niet horen.

- 1p **10** Leg uit wat ultrasoon geluid is.

Walvissen maken net als vleermuizen gebruik van echolocatie. Ze zenden ultrasoon geluid uit, dat tegen de omgeving – bijvoorbeeld een prooi – weerkaatst. Op die manier weten ze waar de prooi zich bevindt.

- 1p **11** Noem een toepassing waarbij mensen gebruik maken van ultrasoon geluid.

In figuur 4 is een grafiek gemaakt van de frequenties die een blauwe vinvis uitzendt als hij met een andere walvis *praat*. In de grafiek zie je korte *boodschappen* die de vinvis uitzendt. De frequenties binnen een boodschap variëren tussen de 16,5 Hz en 19 Hz.

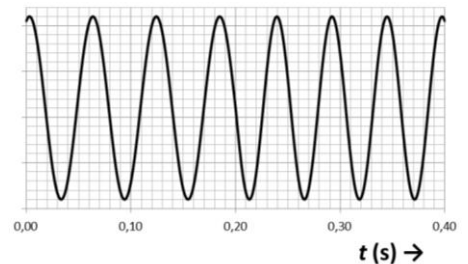


Figuur 4

- 2p **12** Bepaal uit figuur 4 het aantal boodschappen dat de blauwe vinvis gemiddeld per minuut verstuurt.

Wetenschappers hebben de *boodschappen* van walvissen geanalyseerd met de computer. Figuur 5 is daarvan een resultaat.

In figuur 5 is te zien dat de frequentie tussen 0 en 0,20 s anders is dan tussen 0,20 en 0,40 s.



Figuur 5

- 2p **13** Wordt de frequentie hoger of lager? Leg uit hoe je dat kunt zien?

- 2p **14** Bepaal de frequentie van het uitgezonden signaal tussen 0 en 0,20 s.

- 2p **15** De geluidssnelheid in water is groter dan in lucht. Kies het juiste woord in de volgende twee zinnen:

- I De golflengte van het onderwatergeluid is *groter* / *kleiner* dan in lucht
- II De frequentie van het onderwatergeluid is *hoger dan* / *gelijk aan* / *lager dan* in lucht

Als een blauwe vinvis geluid met een frequentie van 19 Hz produceert, is de golflengte van dit geluid 79,5 m.

- 2p **16** Bereken de geluidssnelheid in zeewater.

**einde**

## Samenvatting

Maximale score	33 punten
R (reproductie)	7
T1 (eenvoudige toepassing)	15
T2 (lastige toepassing)	7
I (Inzicht)	4
Bereken	36 %
Overig	64 %

## Opgave 1 Golf in een touw

1 maximale score 2p (R)

*Antwoord:*

**A** Amplitude **B** golflengte

1p amplitude

1p golflengte

2 maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

C

(Toelichting niet gevraagd)

De golf beweegt naar rechts. Er komt dus een golftop aan (links van het punt *P*). *P* beweegt dus omhoog.

2p Keuze voor optie C

3 maximale score 1p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

Frequentie is het aantal trillingen per seconde, dus  $f = 2,0$  Hz.

1p Antwoord met  $f$  in Hz

4 maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

In de tekening zijn  $2\frac{1}{2}$  golven te zien. De hand van Lejo gaat twee keer per seconde op en neer. In totaal is er dus  $2,5 / 2 = 1,25$  s verstreken.

1p Inzicht dat er  $2\frac{1}{2}$  golf in de tekening staan

1p Completeren van de uitleg

5 maximale score 2p (I)

*Voorbeeld van een antwoord:*

Er zijn 5 halve golven in 1,25 s. In 1,0 s zijn er dus 4 halve golven of twee hele.

1p Tekening met 2 hele golflengtes

1p Toppen en dalen op de juiste plek

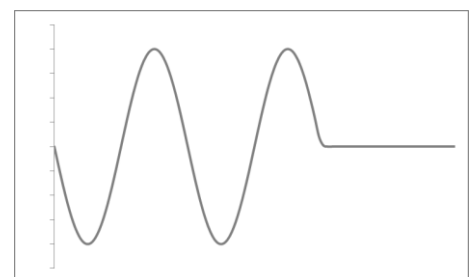
6 maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

$$v = f \cdot \lambda = 2 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ m/s}$$

1p Gebruik van de golf formule

1p Completeren van de berekening



*Opmerking:*

*Als ten gevolge van een verkeerd antwoord bij vraag 3 een verkeerde frequentie wordt gebruikt: geen aftrek.*

**Opgave 2 Het oudste muziekinstrument**

7 maximale score 1p (R)

*Voorbeeld van een antwoord:*

De grondtoon is de laagste toon die een muziekinstrument produceert.

1p Correcte definitie van het begrip

8 maximale score 4p (T2)

*Voorbeeld van een antwoord:*De golflengte is dus  $2 \cdot 18,6 = 37,2 \text{ cm} = 0,372 \text{ m}$ . De frequentie is  $0,922 \cdot 1000 = 922 \text{ Hz}$ .

$$v = f \cdot \lambda = 922 \cdot 0,372 = 343 \text{ m/s}$$

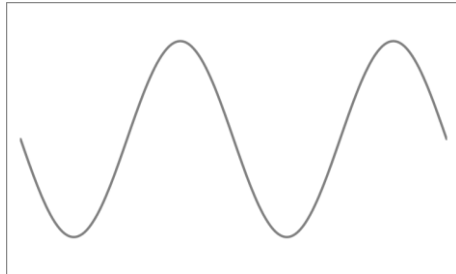
1p Omrekenen van kHz naar Hz

1p Berekenen van de golflengte

1p Gebruik van de golf formule met de golflengte in meter

1p Completeren van de berekening

9 maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

1p Uiteinden in de evenwichtsstand

1p 4 halve golven / 2 hele golflengtes

**Opgave 3 FM Radio**

10 maximale score 2p (R)

*Voorbeeld van een antwoord:***F**requentie**M**odulatie

1p Frequentie

1p Modulatie

11 maximale score 2p (T1)

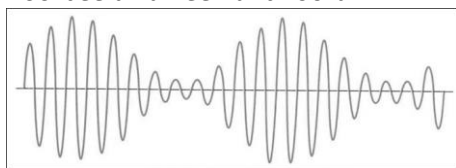
*Voorbeeld van een antwoord:*

De amplitude blijft hetzelfde. De trillingstijd (frequentie) varieert.

1p Noemen dat de amplitude constant is

1p Noemen dat de trillingstijd (frequentie) varieert.

12 maximale score 2p (R)

*Voorbeeld van een antwoord:*

1p Tekening waarbij de frequentie constant is

1p Tekening waarbij de amplitude varieert

**13** maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

$$f = \frac{1}{T} \Leftrightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{91,8 \cdot 10^6} = 1,09 \cdot 10^{-8} = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

1p Gebruik van de formule met frequentie omgerekend naar Hz

1p Completeren van de berekening

**14** maximale score 2p (T2)

*Voorbeeld van een antwoord:*

De totale afstand is 39 km = 39.000 m en de totale tijd is 0,13 ms = 0,00013 s. De snelheid is dan:

$$\left(v = \frac{s}{t}\right) = \frac{39000}{0,00013} = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

1p Omrekenen van de afstand naar meter en de tijd naar seconde

1p Gebruik van de formule voor de snelheid of inzicht dat de verhouding tussen afstand en tijd genomen moet worden

1p Completeren van de berekening

**15** maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

Radiogolven gaan sneller dan geluidsgolven.

Geluidsgolven hebben een stof (medium) nodig om zich voort te planten, radiogolven niet.

1p Noemen van één verschil

1p Noemen van nog een verschil

**16** maximale score 2p (I)

*Voorbeeld van een antwoord:*

B

(toelichting niet gevraagd)

$$v = f \cdot \lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f}$$

Golflengte is omgekeerd evenredig met de frequentie, dus Laura heeft gelijk

De golfsnelheid van EM-golven is de lichtsnelheid en dus niet afhankelijk van de frequentie. Marcel heeft dus ongelijk.

2p keuze voor optie B

## Samenvatting

Maximale score	28
R (reproductie)	6
T1 (eenvoudige toepassing)	12
T2 (lastige toepassing)	6
Inzicht	4
Bereken	36 %
Overig	64 %

## Opgave 1 Watergolven

- 1** maximale score 1p (R)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
 Amplitude  
 1p Correct antwoord
- 2** maximale score 2p (T1)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
 Eén keer op en neer gaan is één periode / trillingstijd:  
 $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ Hz}$   
 1p Gebruik van de formule  
 1p Completeren van de berekening
- 3** maximale score 2p (T2)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
 Het punt Q zit  $4\frac{3}{4}$  golflengte van B. Het duurt dus ook  $4\frac{3}{4}$  periode voordat de golf bij Q is, dus:  
 $t = 4,75 \cdot 0,40 = 1,9 \text{ s}$   
 1p Bepalen van het aantal golven en daarmee het aantal periodes  
 1p Completeren van de bepaling
- 4** maximale score 2p (T2)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
 $\left(v = \frac{s}{t}\right) = \frac{0,171}{1,9} = 0,90 \text{ m/s}$   
 1p Gebruik van de formule voor de snelheid of inzicht dat de verhouding van afstand en tijd genomen moet worden  
 1p Completeren van de berekening
- 5** maximale score 2p (I)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
 D  
 (Toelichting niet gevraagd)  
 De golven bewegen van links naar rechts. Het punt P is dus net een top gepasseerd en is op weg naar beneden. Jaap heeft dus ongelijk.  
 0,20 s is een halve periode. Dan is Q opnieuw in de evenwichtsstand. Daarvoor ging hij al vanaf de top (0,10 s) naar beneden. Willem heeft dus ongelijk.  
 2p Keuze voor optie D



**Opgave 2 Helikopters**

6 maximale score 2p (R)

*Antwoord:*

**Amplitude Modulatie**

1p Amplitude

1p Modulatie

7 maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*

De frequentie van het signaal blijft hetzelfde. De amplitude verandert.

1p Inzicht dat de frequentie gelijk blijft

1p Inzicht dat de amplitude verandert

**Opgave 3 Staande golf in een touw**

8 maximale score 1p (R)

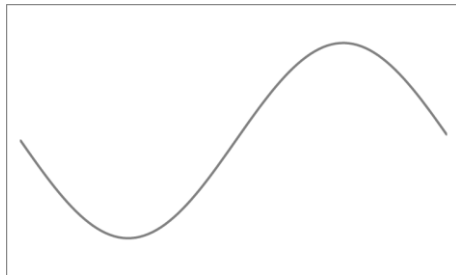
*Voorbeeld van een antwoord:*

Bij een staande golf beweegt de golf alleen op en neer en zijn er vaste punten die niet bewegen. Als het touw aan beide kanten is vastgemaakt zit er altijd een geheel aantal malen een halve golflengte in.

1p Correcte beschrijving van een staande golf

9 maximale score 2p (T1)

*Voorbeeld van een antwoord:*



1p Totale breedte gelijk aan de overgetekende staande golf uit figuur 3

1p Teken van twee halve golflengtes / één hele golf.

**Opgave 4 Onderwatergeluid**

10 maximale score 1p (R)

*Voorbeeld van een antwoord:*

Ultrasoon geluid is geluid met een hele hoge frequentie

1p Geluid met een hoge frequentie (buiten het bereik voor de mens staat al in de tekst)

11 maximale score 1p (R)

*Voorbeeld van een antwoord:*

Het maken van een echo bij zwangere vrouwen

1p Noemen van een correcte toepassing

- 12** maximale score 2p (T2)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
In 600 s = 10 minuten worden ongeveer 9 boodschappen verstuurd. Dat is:  
 $\frac{12}{800} \cdot 60 = 0,90$  boodschappen per minuut
- 1p Aflezen van een aantal boodschappen met bijbehorende tijd in seconden  
1p Completeren van de berekening
- 13** maximale score 2p (T1)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
In de eerste helft van de grafiek tot 0,20 s zitten iets meer dan  $3\frac{1}{4}$  periodes. In de tweede helft vanaf 0,20 s zitten er in dezelfde tijd ongeveer  $3\frac{3}{4}$  periodes. De periode (trillingstijd) is dus korter geworden en de frequentie hoger.
- 1p Vaststellen dat de trillingstijd na  $t = 0,20$  s kleiner wordt  
1p Completeren van het antwoord
- 14** maximale score 2p (T1)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
Van  $t = 0,02$  s tot  $t = 0,20$  s zijn er 3 periodes, dus:  
 $T = \frac{0,18}{3} = 0,060$  s  $\Leftrightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,060} = 16,67 = 17$  Hz
- 1p Bepalen van de trillingstijd  
1p Completeren van de berekening
- 15** maximale score 2p (I)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
**I** groter  
(Toelichting niet gevraagd)  
 $v = f \cdot \lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f}$  dus hoe groter de snelheid, hoe groter de golflengte  
**II** gelijk aan  
De golflengte en de golfsnelheid nemen in dezelfde mate toe. De verhouding (dat is de frequentie) blijft dus gelijk.
- 1p *groter* bij zin I  
1p *gelijk aan* bij zin II
- 16** maximale score 2p (T1)  
*Voorbeeld van een antwoord:*  
 $v = f \cdot \lambda = 19 \cdot 79,5 = 1550,5 = 1551$  m/s (= 1,5 km/s)
- 1p Gebruik van de golf formule  
1p Completeren van de berekening