

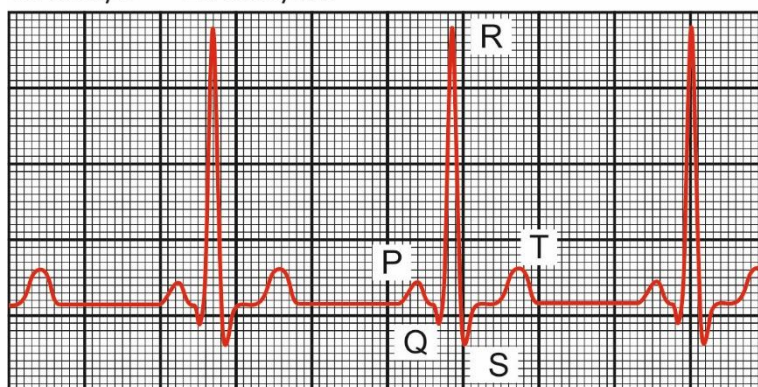
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

### Opgave 1

De samentrekking van de hartspier wordt veroorzaakt door elektrische spanningen. Die spanningen kunnen geregistreerd worden als functie van de tijd. Zo'n registratie wordt een elektrocardiogram (ECG) genoemd. Een ECG verschaft inzicht in het functioneren van het hart.

In nevenstaande afbeelding is een ECG van een hart weergegeven van een gezond volwassen mens. Dit ECG is door een pen geschreven op een papierstrook die van rechts naar links beweegt. Op de papierstrook loopt de tijd dus van links naar rechts. De letters P, Q, R, S en T geven karakteristieke punten van het ECG aan. De

40 mm/s    20 mm/mV



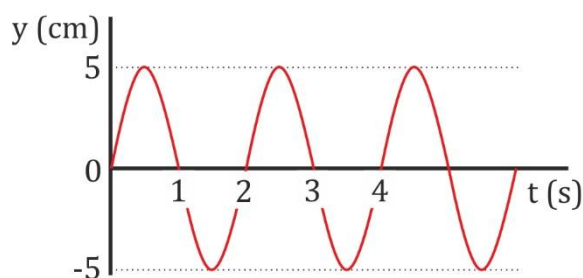
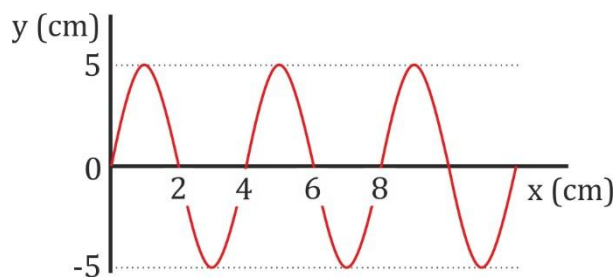
spanningspiek QRS heeft tot gevolg dat de hartkamers zich samentrekken. Daardoor stroomt het bloed de slagaders in. In het ECG is een trilling weergegeven waarbij de begripfen fase en gereduceerde fase net zo zijn gedefinieerd als bij een harmonische trilling.

- Leg uit** waaruit blijkt dat de trilling niet harmonisch is.
- Bepaal** de frequentie van de hartslag.

### Opgave 2

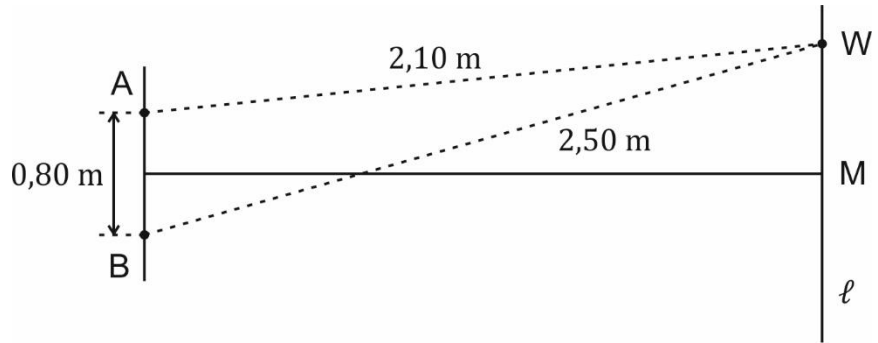
Een golf loopt van links naar rechts over een horizontaal opgesteld touw. De nevenstaande afbeelding geeft de uitwijking van het touw op een bepaald ogenblik als functie van de plaats op het touw. De tweede afbeelding toont de uitwijking van een punt van het touw als functie van de tijd.

- Bepaal** de golfsnelheid van deze golf.
- Bepaal** de maximale snelheid van een punt van het touw.



### Opgave 3

Twee coherenten geluidsbronnen A en B en een waarnemer W staan opgesteld zoals in nevenstaande afbeelding is weergegeven. De afbeelding is niet op schaal.



M ligt op de middelloodlijn van AB.

W ligt op de lijn  $\ell$  door M en evenwijdig aan AB.

$AW = 2,10$  m;  $BW = 2,50$  m;  $AB = 0,80$  m.

A en B zijn in fase en zenden geluid uit met een golflengte van 0,15 m.

De temperatuur bedraagt  $20^\circ\text{C}$ .

a) **Bepaal** het faseverschil waarmee de golven uit A en B in W aankomen.

b) **Leg** duidelijk **uit** hoeveel maxima tussen M en W op  $\ell$  liggen.

Wij verhogen nu langzaam de frequentie van beide geluidsbronnen totdat waarnemer W maximale geluidsterkte hoort.

c) **Bereken** de frequentie waarbij dit maximum optreedt.

### Opgave 4

De luidsprekers staan op een afstand van 2,0 m.

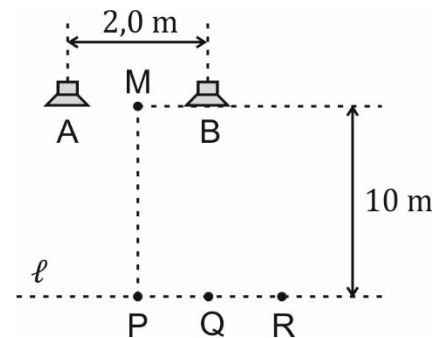
MP is een middelloodlijn van A en B.

MP = 10 m. Lijn  $\ell$  staat loodrecht op MP.

Op lijn  $\ell$  liggen de punten P, Q en R.

PQ = QR = 1,0 m.

Met een microfoon wordt de geluidsterkte in P gemeten. Vervolgens wordt de microfoon langs lijn  $\ell$  verplaatst. Men constateert buiken en knopen. In een diagram is de gemeten geluidsterkte als functie van de plaats op  $\ell$  uitgezet.



a) **Leg** **uit** hoe blijkt dat in P het faseverschil tussen de geluidsgolven (afkomstig uit A en B) 0 is.

b) **Bereken** de golflengte van de geluidsgolven.

