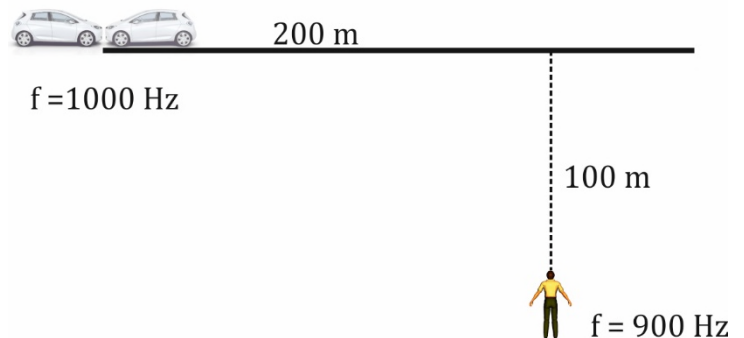


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.

**Opgave 1**

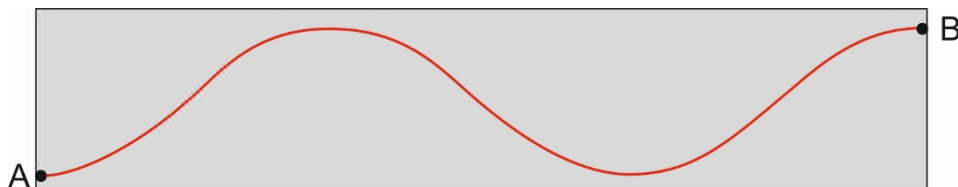
Mike staat op 100 m van de kruising van twee wegen. Op de kruisende weg rijdt een auto. Een inzittende blaast op een fluitje als de auto 200 m van de kruising verwijderd is. Zijn fluitje produceert een toon van 1000 Hz, terwijl Mike dat geluid waarneemt met 900 Hz.



**Bereken** de snelheid van de auto.

**Opgave 2**

Door een lang koord plant zich een lopende transversale golfbeweging naar rechts voort. Op het koord liggen twee punten A en B. Op het tijdstip  $t = 0$  komt punt A in beweging. In onderstaande afbeelding is op ware grootte de stand van het koorddeel AB op het tijdstip  $t = 0,450 \text{ s}$  getekend. Op dit tijdstip bevinden A en B zich in een uiterste stand.



Het koord trilt met een frequentie van 25,0 Hz.

- Bepaal** de golfsnelheid.
- Bepaal** het aantal trillingen dat punt B op het tijdstip  $t = 0,450 \text{ s}$  heeft uitgevoerd.
- Leid af** of er een golfberg dan wel een golfdal voorop loopt.

### Opgave 3

Een kogel met een massa van 100 g is aan een veer bevestigd.

Deze veer heeft een veerconstante van 20,0 N/m.

De kogel wordt vanuit zijn evenwichtstand 5,0 cm naar beneden getrokken en daar losgelaten.

De kogel voert vervolgens een harmonische trilling uit.

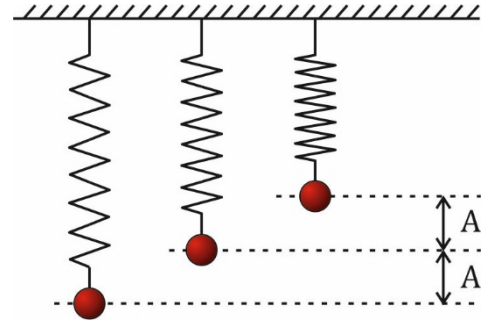
Het tijdstip van loslaten noemen we  $t = 0,0$  s.

a) **Toon aan** dat voor de uitwijking als functie van de tijd onderstaand verband geldt:

$$u = 5,0 \cdot \sin(14,1 \cdot t + 1,5 \cdot \pi)$$

b) **Bereken** de trillingsenergie van deze trilling.

c) **Bereken** de maximale en de minimale snelheid die de massa gedurende één trillingstijd heeft.



### Opgave 4

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 electrocardiogram (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

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 begripfase en gereduceerde fase net zo zijn gedefinieerd als bij een harmonische trilling.

a) **Leg uit** waaruit blijkt dat de trilling niet harmonisch is.

b) **Bepaal** de frequentie van de hartslag.

40 mm/s    20 mm/mV

