

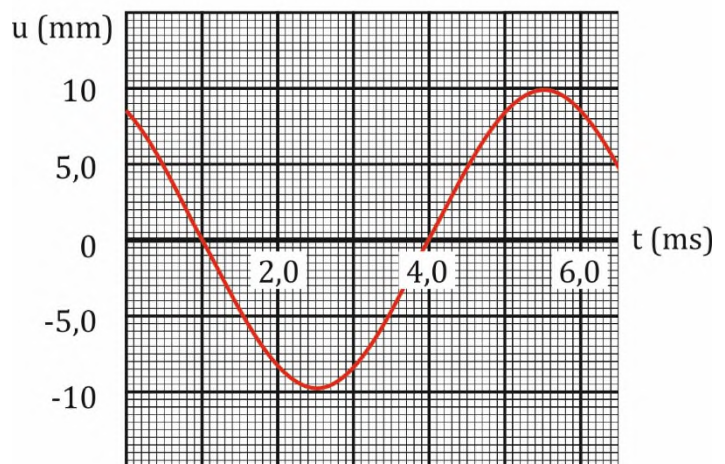
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

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

**Opgave 1**

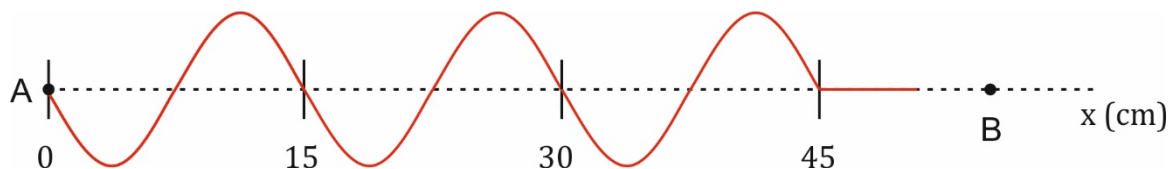
Het punt A van een lang horizontaal koord wordt in harmonische trilling gebracht, waardoor zich in dit koord een lopende transversale golf voortbeweegt van links naar rechts. Punt A is dus niet het begin van het koord.

Op een zeker moment, dat we  $t = 0$  s noemen, trilt punt A al enige tijd. In nevenstaande afbeelding is het  $(u,t)$ -diagram weergegeven van het punt A voor het tijdsinterval  $0 \leq t \leq 6,5 \cdot 10^{-3}$  s.



Een positieve uitwijking is een naar boven gerichte uitwijking.

a) **Bepaal** (zo nauwkeurig mogelijk) de trillingstijd.



In bovenstaande afbeelding is de stand van het koord getekend op een tijdstip  $t_1$ , dat valt tussen  $t = 0$  s en  $t = 6,5 \cdot 10^{-3}$  s. In deze afbeelding is  $x$  de afstand tot punt A.

b) **Bepaal** de golfsnelheid.

c) **Bepaal** tijdstip  $t_1$ .

C is een punt van het koord dat 18 cm van A ligt.

Op een bepaald moment heeft A, sinds het begon te trillen,  $4 \frac{4}{5}$  trilling uitgevoerd.

d) **Bereken** de fase van punt C.

### Opgave 2

Een kogel met massa  $m$  wordt aan een veer met veerconstante  $C$  gehangen. De veer rekt daarbij 20 cm uit. De kogel is nu nog in rust.

- a) **Toon aan** dat als de kogel een harmonische trilling gaat uitvoeren de trillingstijd 0,90 s bedraagt.

Als men de kogel vervolgens uit zijn evenwichtstand trekt en vervolgens los laat gaat deze een harmonische trilling uitvoeren met een amplitude  $A$ .

- b) **Toon aan** dat de snelheid waarmee de kogel door de evenwichtstand gaat voldoet aan:

$$v = \sqrt{\frac{C \cdot A^2}{m}}$$

### Opgave 3

Bij het beladen en ontladen van schepen worden kranen van het type zoals weergegeven in de achtergrond van nevenstaande afbeelding gebruikt. In onderstaande afbeelding staat zo'n kraan schematisch weergegeven.

De "Laufkatze" beweegt met een constante snelheid van 1,0 m/s. De last hangt daarbij verticaal. De last heeft een massa van 25,0 ton.

De kabellengte bedraagt 12,0 m.

De "Laufkatze" wordt plots tot stilstand gebracht.

- a) **Leg uit** dat de last een trilling gaat uitvoeren.  
b) **Toon aan** dat de maximale uitwijking van deze trilling  $5,3^\circ$  bedraagt.  
c) **Leg uit** waarom de trilling in goede benadering harmonisch is.  
d) **Bereken** de trillingstijd van deze trilling.

