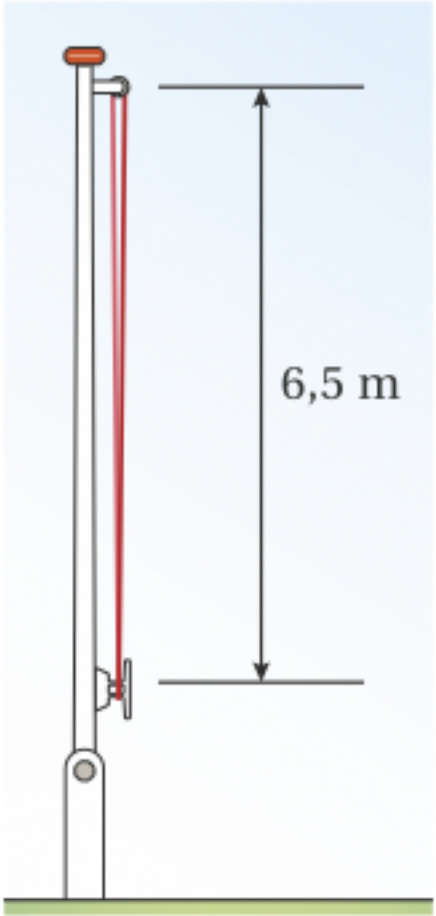


27 Aan de bovenkant van een vlaggenmast is een katrol bevestigd. Hierdoor loopt de vlaggenlijn waaraan je de vlag omhoog kunt hijsen. De beide uiteinden van het touw zijn aan de onderkant vastgemaakt aan een klamp. De afstand van de katrol tot de klamp is 6,5 m. Zie figuur 9.54. Door de wind slaat de strakgespannen vlaggenlijn in een regelmatig tempo tegen de mast. De beide touwdelen tussen de katrol en de klamp voeren dan als één geheel een eigentrilling uit. De middens van beide delen slaan tegen de mast als ze zich in een van de uiterste standen bevinden. Tessa meet de trillingstijd die bij de beweging hoort door een stopwatch te starten op het moment dat de touwdelen tegen de mast slaan. Tien klappen later stopt ze de tijdmeting. De gemeten tijd is 6,5 s.



Figuur 9.54

- a Toon aan dat de voortplantingssnelheid van de trillingen in de vlaggenlijn gelijk is aan 20 m s^{-1} .

Voor de voortplantingssnelheid van de trilling in deze vlaggenlijn geldt:

$$v = \sqrt{\frac{F}{m_{\text{meter}}}}$$

- v is de voortplantingssnelheid in m s^{-1} .
- F is de spankracht in de lijn in N.
- m_{meter} is de massa per lengte-eenheid in kg m^{-1} .

De spankracht in de lijn is 15,2 N.

- b Bereken m_{meter} .

Tessa spant de lijn strakker. Neem aan dat de massa per lengte-eenheid hierbij niet verandert. Het aantal klappen per seconde van de vlaggenlijn verandert.

- c Leg aan de hand van bovenstaande formule uit of het aantal klappen per seconde toeneemt of afneemt.

Opgave 27

- a De voortplantingssnelheid bereken je met de formule voor de golfsnelheid. De trillingstijd volgt uit de metingen van Tessa. De golflengte bereken je met de lengte van het touw.

De beweging van het touw kun je vergelijken met de beweging van een snaar in de grondtoon. Voor de grondtoon van een snaar (touw) geldt $\ell = \frac{1}{2} \lambda$.

$$\ell = 6,5 \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert } 6,5 = \frac{1}{2} \lambda$$

$$\lambda = 13 \text{ m}$$

Uit de metingen van Tessa volgt $10T = 6,5 \text{ s}$. Dus $T = 0,65 \text{ s}$.

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\text{Invullen levert } v = \frac{13}{0,65}$$

$$v = 20 \text{ m s}^{-1}$$

- b De massa per lengte-eenheid bereken je met de gegeven formule.

$$v = \sqrt{\frac{F}{m_{\text{meter}}}}$$

$$v = 20 \text{ m s}^{-1}$$

$$F = 15,2 \text{ N}$$

$$\text{Invullen levert } 20 = \sqrt{\frac{15,2}{m_{\text{meter}}}}$$

$$m_{\text{meter}} = 3,80 \cdot 10^{-2} \text{ kg m}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } m_{\text{meter}} = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ kg m}^{-1}$$

- c Of het aantal klappen per seconde toeneemt of afneemt leg je uit met het begrip frequentie. De frequentie beredeneer je met de formule voor de golfsnelheid. De golfsnelheid beredeneer je met de gegeven formule.

$$v = \sqrt{\frac{F}{m_{\text{meter}}}}$$

Doordat Tessa de lijn strakker spant, wordt de spankracht F groter. Omdat de massa per lengte-eenheid m_{meter} niet verandert, wordt de voortplantingssnelheid dus groter.

$$v = f \cdot \lambda$$

De golflengte λ is constant, omdat de lengte van de vlaggenlijn niet verandert. Als de voortplantingssnelheid groter is, dan is de frequentie dus ook groter.

De frequentie is vergelijkbaar met het aantal klappen per seconde.

Het aantal klappen per seconde neemt dus toe.