

- 11 Een bol met een massa van 300,0 g hangt aan een lange veer met een veerconstante van $25,00 \text{ N m}^{-1}$.
- a Toon aan dat de uitrekking van de veer 11,77 cm is.
Daan trekt de bol 6,00 cm omlaag en laat hem daarna los. Neem aan dat de bol direct vanaf dit tijdstip een harmonische trilling gaat uitvoeren.
- b Tussen welke waarden varieert de uitrekking van de veer?
Op de bol werken twee krachten: de zwaartekracht F_{zw} en de veerkracht F_{v} . Tijdens de trilling vormt de resultante van deze twee krachten de resulterende kracht F_{res} .
- c Toon aan dat $F_{\text{res}} = -1,50 \text{ N}$ als de bol zich in de uiterste stand boven bevindt.
- d Toon aan dat $F_{\text{res}} = +1,50 \text{ N}$ als de bol zich in de uiterste stand beneden bevindt.
- e Maak een (F_{res}, u) -diagram.
- Aan dezelfde veer hang je een massa van 200,0 g. Ook deze massa gaat een trilling uitvoeren met een amplitude van 6,00 cm.
- f Bereken voor deze nieuwe situatie de resulterende kracht in de uiterste standen. Hiermee kun je concluderen dat het (F_{res}, u) -diagram precies hetzelfde is.
- g Geef hiervoor een verklaring.

Opgave 11

- a De uitrekking van de veer bereken je met de formule voor de veerkracht. De veerkracht volgt uit de zwaartekracht. De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$\begin{aligned} F_{\text{zw}} &= m \cdot g \\ m &= 300,0 \text{ g} = 0,3000 \text{ kg} \\ g &= 9,81 \text{ m s}^{-2} \quad (\text{zie BINAS tabel 7}) \\ F_{\text{zw}} &= 9,81 \times 0,3000 = 2,9430 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{\text{veer}} &= C \cdot u \\ F_{\text{veer}} &= F_{\text{zw}} \quad (\text{want er is evenwicht van krachten}) \\ C &= 25,00 \text{ N m}^{-1} \\ 2,9430 &= 25,00 \times u \\ u &= 0,11772 \text{ m} \\ \text{Afgerond: } u &= 11,77 \text{ cm.} \end{aligned}$$

- b De uiterste waarden van de uitrekking bereken je met de uitrekking en de amplitude.

De grootste uitrekking van de veer is $11,77 + 6,00 = 17,77 \text{ cm}$.
De kleinste uitrekking is $11,77 - 6,00 = 5,77 \text{ cm}$.
Dus de uitrekking varieert tussen 5,77 cm en 17,77 cm.

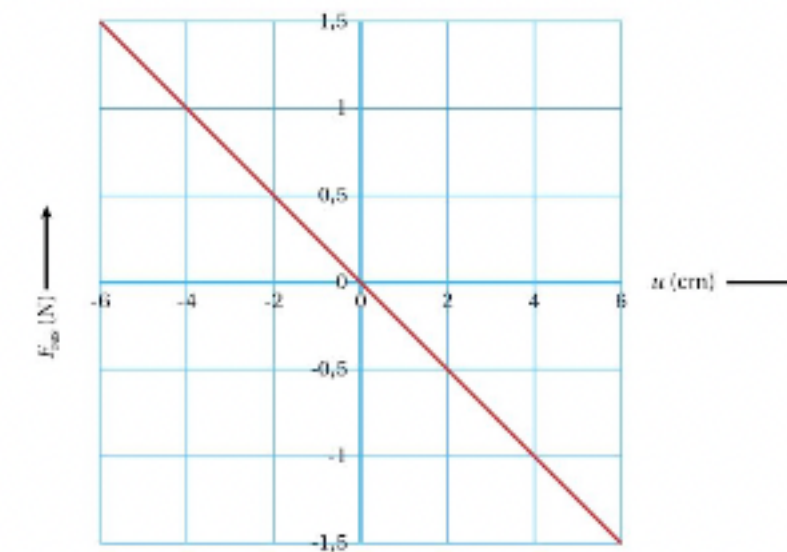
- c F_{res} in uiterste stand boven bereken je met de zwaartekracht en de veerkracht in de uiterste stand boven.
De veerkracht bereken je met de formule voor de veerkracht.

$$\begin{aligned} \text{De zwaartekracht is naar beneden gericht.} \\ F_{\text{zw}} &= 2,943 \text{ N (zie vraag a)} \\ \text{De veerkracht is naar boven gericht.} \\ F_{\text{v}} &= C \cdot u \\ u &= 5,77 \text{ cm} = 5,77 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ F_{\text{veer}} &= 25,00 \times 5,77 \cdot 10^{-2} = 1,443 \text{ N} \\ F_{\text{res}} &= 1,443 - 2,943 = -1,50 \text{ N} \\ \text{Dus de resulterende kracht in de uiterste stand boven is naar beneden gericht. Dat is volgens afspraak de negatieve richting.} \end{aligned}$$

- d F_{res} in de uiterste stand beneden bereken je met de zwaartekracht en de veerkracht in de uiterste stand beneden.
De veerkracht bereken je met de formule voor de veerkracht.

$$\begin{aligned} \text{De zwaartekracht is naar beneden gericht.} \\ F_{\text{zw}} &= 2,943 \text{ N (zie vraag a)} \\ \text{De veerkracht is naar boven gericht.} \\ F_{\text{v}} &= C \cdot u \\ u &= 17,77 \text{ cm} = 17,77 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\ F_{\text{veer}} &= 25,00 \times 17,77 \cdot 10^{-2} = 4,443 \text{ N} \\ F_{\text{res}} &= 4,443 - 2,943 = 1,50 \text{ N} \\ \text{Dus de resulterende kracht in de uiterste stand beneden is naar boven gericht. Dat is volgens afspraak de positieve richting.} \end{aligned}$$

- e Zie figuur 9.5.



Figuur 9.5

- f De resulterende krachten in de nieuwe situatie bereken je op een vergelijkbare manier als bij de vragen c en d.
Voor een massa van 200,0 g geldt $F_{\text{zw}} = 9,81 \times 0,2000 = 1,9620 \text{ N}$.
Met $F_{\text{veer}} = C \cdot u$ bereken je dan de evenwichtsstand van 7,8453 cm.
De uitrekking varieert dus tussen $7,8453 - 6,00 = 1,845 \text{ cm}$ en $7,8453 + 6,00 = 13,845 \text{ cm}$.
De veerkrachten die hierbij horen zijn 0,4613 N en 3,4613 N.
Voor F_{res} worden deze krachten verminderd met de zwaartekracht van 1,9613 N. Dit levert de resultaten van $-1,50 \text{ N}$ en $+1,50 \text{ N}$, net als bij de vragen c en d.
- g De conclusie verklaar je met de formule voor de resulterende kracht bij een harmonische trilling.

$$\begin{aligned} F_{\text{res}} &= -C \cdot u \\ \text{Bij een blokje aan een veer is de krachtconstante } C &\text{ gelijk aan de veerconstante.} \\ \text{De massa speelt dus geen rol.} \end{aligned}$$