

- 17 In het midden van een verticaal opgehangen spinnenweb zit een spin met een massa van 2,2 g. De massa van het spinnenweb mag je verwaarlozen. Een insect met een massa van 3,5 g vliegt met een snelheid van 1,4 m s⁻¹ richting het midden van het web. Na de botsing bevinden de spin en de insect zich in het midden van het web en voeren ze een harmonische trilling uit. Het web krijgt een maximale uitwijking van 1,1 cm. Tijdens de botsing van het insect met het web gaat er geen energie verloren. Ook de luchtweerstandskracht mag je verwaarlozen.
- a Toon aan dat de veerconstante van het geheel gelijk is aan 57 N m⁻¹.
 - b Bereken na hoeveel seconden voor de eerste keer de uiterste stand wordt bereikt.
 - c Bereken de snelheid waarmee de spin en het insect door de evenwichtsstand gaan.

Opgave 17

- a De veerconstante van het geheel bereken je met de trillingsenergie. De trillingsenergie volgt volgens de wet van behoud van energie uit de kinetische energie van het insect.

$$E_{\text{tril}} = E_{\text{kin, insect}}$$

$$\frac{1}{2} C \cdot A^2 = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$A = 1,1 \text{ cm} = 0,011 \text{ m}$$

$$m = 3,5 \text{ g} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$v = 1,4 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Invullen levert } \frac{1}{2} \times C \cdot 0,011^2 = \frac{1}{2} \times 3,5 \cdot 10^{-3} \times 1,4^2 .$$

$$C = 56,6 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } C = 57 \text{ N m}^{-1} .$$

- b Na hoeveel seconden de evenwichtsstand wordt bereikt, bereken je met de trillingstijd van het massa-veersysteem.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$$

$$m = 2,2 + 3,5 = 5,7 \text{ g} = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{Invullen levert } T = 2\pi \sqrt{\frac{5,7 \cdot 10^{-3}}{57}} = 0,0628 \text{ s} .$$

Bij de botsing met het web gaat het midden van het web uiteindelijk naar de uiterste stand.

Van de uiterste stand naar de evenwichtsstand is $\frac{1}{4} T = 0,0157 \text{ s}$.

Afgerond: 0,016 s.

- c De snelheid waarmee de spin en het insect door de evenwichtsstand gaan, bereken je met de trillingsenergie in een omkeerpunt en de trillingsenergie in de evenwichtsstand.

$$\frac{1}{2} C \cdot A^2 = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$C = 57 \text{ N m}^{-1} \quad (\text{zie antwoord vraag a})$$

$$A = 1,1 \text{ cm} = 0,011 \text{ m}$$

$$m = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{Invullen levert } \frac{1}{2} \times 57 \times 0,011^2 = \frac{1}{2} \times 0,0057 \cdot v^2 .$$

$$v = 1,10 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Afgerond: } v = 1,1 \text{ m s}^{-1} .$$