

- 20 Kim hangt aan een statief een veer met een veerconstante van $25,0 \text{ N m}^{-1}$. Daarna hangt ze een blokje van 100 gram aan de veer, en laat het blokje langzaam zakken tot de evenwichtsstand. De veer is dan 3,92 cm uitgerekt.

- a Toon dit aan.
- b Laat zien dat tijdens het zakken de som van de zwaarte-energie van het blokje en de veerenergie met 0,019 J afneemt.

Door aan het blokje te trekken verdubbelt Kim de uitrekking.

- c Laat zien dat tijdens het verdubbelen van de uitrekking de som van de zwaarte-energie en de veerenergie met 0,019 J toeneemt.

De evenwichtsstand is een bijzondere situatie. Een kenmerk daarvan hangt samen met de krachtwerking: de som van de krachten is 0. Je kunt de evenwichtstand ook kenmerken met behulp van de potentiële energie.

- d Geef dat kenmerk.

Opgave 20

- a De uitrekking van de veer bereken je met de formule voor de veerkracht.
De veerkracht is gelijk aan de zwaartekracht.
De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$F_{zw} = m \cdot g \text{ met } m = 100 \text{ g} = 0,100 \text{ kg en } g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$$
$$F_{zw} = 0,100 \times 9,81 = 0,981 \text{ N}$$

$$F_{veer} = C \cdot u \text{ met } F_{veer} = F_{zw} = 0,981 \text{ en } C = 25,0 \text{ N m}^{-1}$$
$$0,981 = 25,0 \cdot u$$
$$u = 3,92 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$
$$u = 3,92 \text{ cm}$$

- b Dat de som van de zwaarte-energie en veerenergie met 0,019 J afneemt, bereken je met de formule voor de veerenergie en de formule voor zwaarte-energie.

$$\text{Voor de zwaarte-energie geldt: } E_{zw} = m \cdot g \cdot h \text{ met } m = 0,100 \text{ kg en } g = 9,81 \text{ ms}^{-2}.$$
$$\text{Tijdens het zakken neemt de hoogte af met } 3,92 \text{ cm} = 3,92 \cdot 10^{-2} \text{ m}.$$
$$\text{Dus de zwaarte-energie neemt af met } 0,100 \times 9,81 \times 3,92 \cdot 10^{-2} = 0,384 \text{ J.}$$

$$\text{Voor de veerenergie geldt: } E_{veer} = \frac{1}{2} C \cdot u^2 \text{ met } C = 25,0 \text{ N m}^{-1}.$$
$$\text{Tijdens het zakken rekelt de veer uit met } 3,92 \text{ cm} = 3,92 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$
$$\text{Dus de veerenergie neemt toe met } E_{veer} = \frac{1}{2} \times 25,0 \times (3,92 \cdot 10^{-2})^2 = 0,192 \text{ J.}$$
$$\text{Dus de totale energie neemt met } 0,384 - 0,192 = 0,192 \text{ J af.}$$

- c Dat de som van de zwaarte-energie en veerenergie met 0,019 J toeneemt, bereken je met de formule voor de veerenergie en de formule voor zwaarte-energie.

$$\text{Omdat de hoogteverandering weer } 3,92 \text{ cm is, neemt de zwaarte-energie weer af met } 0,384 \text{ J.}$$
$$\text{De uitrekking van de veer is twee keer zo groot. Dus de veerenergie wordt vier keer zo groot.}$$

$$\text{De veerenergie is dus } 4 \times 0,192 = 0,768 \text{ J.}$$
$$\text{De toename van de veerenergie is } 0,768 - 0,192 = 0,576 \text{ J.}$$
$$\text{De totale energie neemt dus toe met } 0,576 - 0,382 = 0,192 \text{ J.}$$

- d In de evenwichtsstand is de totale potentiële energie minimaal.