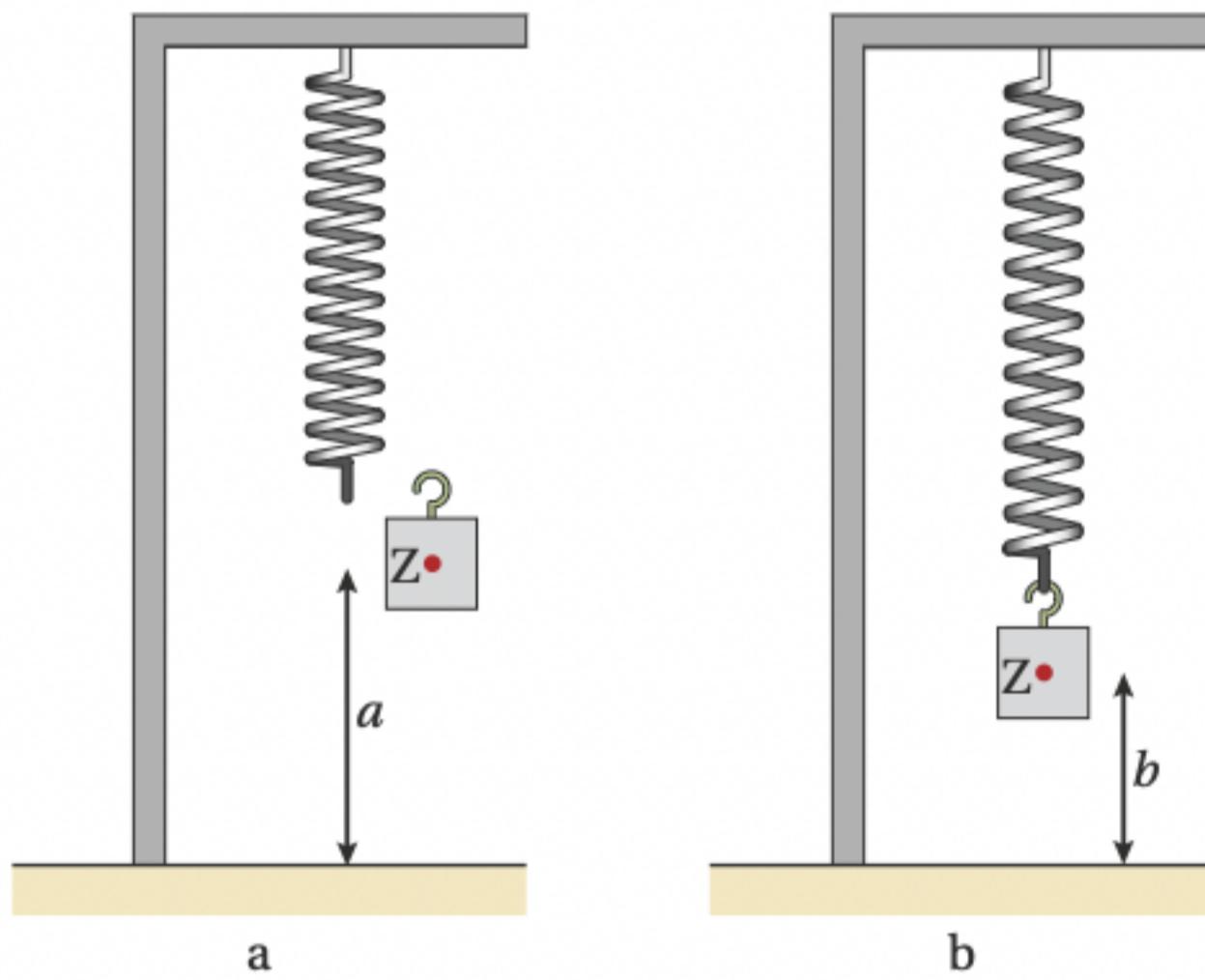


32 Aan een statief op een tafel hangt een veer. De veer heeft een veerconstante van 40 N m^{-1} . Je haakt een blokje in het uiteinde van de veer. Zie figuur 8.42. De zwaartekracht op dit blokje bedraagt $4,0 \text{ N}$. Door het plaatsen van het blokje rekelt de veer uit. Als het blokje stil hangt, bevindt het zwaartepunt zich op 25 cm van het tafelblad.

- a Toon aan dat in figuur 8.42a het zwaartepunt van het blokje zich op 35 cm van het tafelblad bevindt.



Figuur 8.42

Als je het blokje een klein stukje naar beneden trekt en vervolgens loslaat, gaat het blokje op en neer bewegen. De uitrekking u van de veer verandert daarbij steeds. Meet je de zwaarte-energie ten opzichte van de tafel, dan geldt voor de potentiële energie van het blokje en de veer samen:

$$E_{\text{pot,tafel}} = 1,4 - 4,0 \cdot u + 20 \cdot u^2$$

- $E_{\text{pot,tafel}}$ is de potentiële energie in J.
- u is de uitrekking in m

b Leid deze formule af.

Je kunt de formule voor de potentiële energie herschrijven tot:

$$E_{\text{pot,tafel}} = 20 \cdot (u - 0,10)^2 + E_{\text{pot,tafel},0}$$

Hierin is $E_{\text{pot,tafel},0}$ de kleinste hoeveelheid potentiële energie van blokje en de veer ten opzichte van de tafel.

c Bereken de waarde van $E_{\text{pot,tafel},0}$.

$E_{\text{pot,tafel},0}$ is de nulpuntsenergie van blokje en veer ten opzichte van de tafel. Je kunt de zwaarte-energie ten opzichte van een ander punt meten, zodat de nulpuntsenergie gelijk is aan 0.

d Leg uit ten opzichte van welk punt je de zwaarte-energie dan meet.

Opgave 32

- a De afstand a in figuur a bereken je met de uitrekking u van de veer en de afstand b in figuur b. De uitrekking bereken je met de formule voor de veerkracht. De veerkracht bepaal je met de eerste wet van Newton.

Als het blokje stil hangt, is volgens de eerste wet van Newton de veerkracht gelijk aan de zwaartekracht.

$$F_{\text{veer}} = C \cdot u$$

$$F_{\text{veer}} = F_{\text{zw}} = 4,0 \text{ N}$$

$$C = 40 \text{ N m}^{-1}$$

Invullen levert: $4,0 = 40 \cdot u$.

$$u = 0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

$$a = b + u \text{ met } b = 25 \text{ cm}$$

$$a = 25 + 10$$

$$a = 35 \text{ cm}$$

- b De formule voor de potentiële energie ten opzichte van de tafel volgt uit de formule voor de zwaarte-energie en de formule voor veerenergie.

$$E_{\text{pot,tafel}} = E_{\text{zw}} + E_{\text{veer}}$$

$$E_{\text{pot,tafel}} = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} C \cdot u^2$$

$$m \cdot g = F_{\text{zw}} = 4,0 \text{ N}$$

Als je de veer uitrekt, is de afstand van het zwaartepunt van de veer tot de tafel gelijk aan 35 cm minus de uitrekking. Dus er geldt:

$$h = 0,35 - u \text{ (uitgedrukt in m)}$$

$$C = 40 \text{ N m}^{-1}$$

Invullen levert: $E_{\text{pot,tafel}} = 4,0 \cdot (0,35 - u) + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot u^2$.

$$\text{Hieruit volgt } E_{\text{pot,tafel}} = 1,4 - 4,0 \cdot u + 20 \cdot u^2.$$

- c De waarde van $E_{\text{pot,tafel},0}$ bepaal je door de vergelijking boven vraag b gelijk te stellen met de vergelijking boven vraag c.

$$1,4 - 4,0 \cdot u + 20 \cdot u^2 = 20 \cdot (u - 0,10)^2 + E_{\text{pot,tafel},0}$$

$$1,4 - 4,0 \cdot u + 20 \cdot u^2 = 20 \cdot u^2 - 4,0 \cdot u + 0,20 + E_{\text{pot,tafel},0}$$

$$1,4 - 0,20 = E_{\text{pot,tafel},0}$$

Dus $E_{\text{pot,tafel},0} = 1,2 \text{ J}$.

- d De hoogte waarop de nulpuntsenergie gelijk is aan 0, bereken je met de formule voor de zwaarte-energie.

Het zwaarte-energie volgt uit de laagst mogelijke waarde voor energie met $h = 0 \text{ m}$ op de tafel.

De nulpuntsenergie is $1,2 \text{ J}$ als je $h = 0 \text{ m}$ op de tafel neemt.

De nulpuntsenergie wordt dus 0 J als je de zwaarte-energie met $1,2 \text{ J}$ verlaagt.

$$E_{\text{zw}} = 4,0 \cdot h$$

$$1,2 = 4,0 \cdot h$$

$$h = 0,30 \text{ m}$$

Dus als je $h = 0 \text{ m}$ neemt op 30 cm hoogte is de nulpuntsenergie 0 J .

Opmerking

Als je $h = 0 \text{ m}$ neemt op 30 cm boven de tafel, dan geldt:

$$\text{In de evenwichtsstand is } u = 10 \text{ cm en dus } E_v = \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 0,10^2 = 0,20 \text{ J.}$$

$$\text{In de evenwichtsstand is } h = -5,0 \text{ cm en dus } E_{\text{zw}} = -4,0 \cdot 0,05 = -0,20 \text{ J.}$$