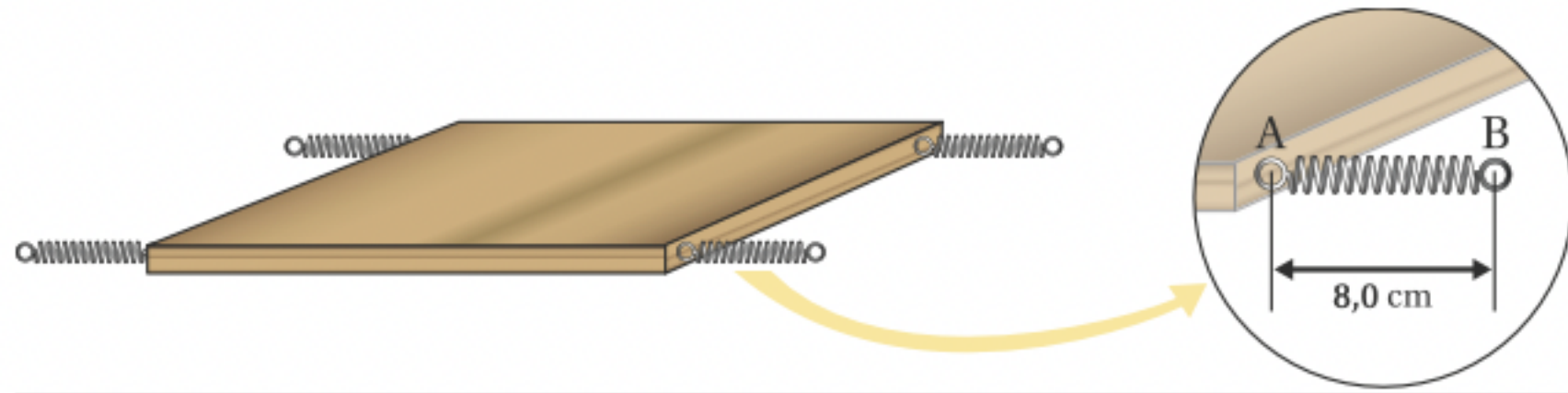
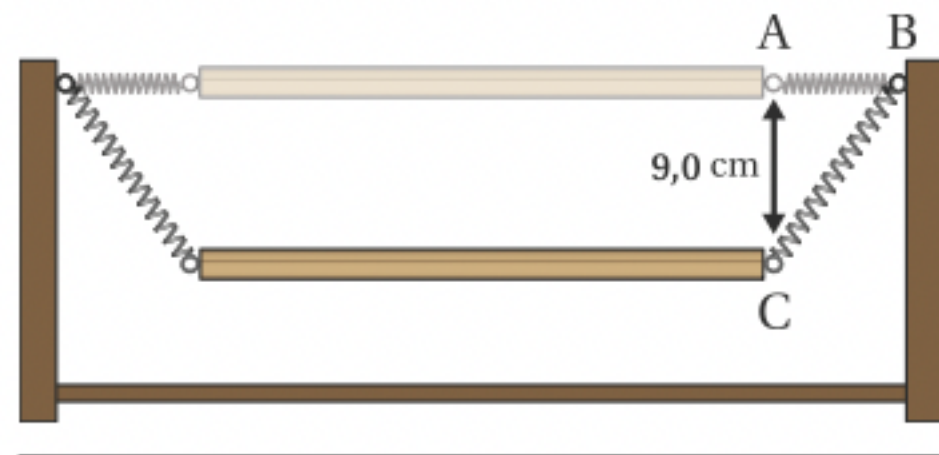


- 1 32 Tom maakt voor een ontwerpopdracht een weegschaal. Hij bevestigt vier veren aan een plank. Zie figuur 3.52. Als een veer niet is uitgerekt, geldt voor de totale lengte  $AB = 8,0 \text{ cm}$ . De veerconstante van elke veer is  $4,9 \cdot 10^3 \text{ Nm}^{-1}$ .



Figuur 3.52

De plank hangt hij op in een kist. De massa van de plank is zo klein dat de veren niet uitgerekt zijn als de weegschaal niet wordt belast. De veren hangen dan horizontaal. Tom gaat op het midden van de plank staan. De plank zakt dan naar beneden. De afstand AC is nu 9,0 cm. Zie figuur 3.53.



Figuur 3.53

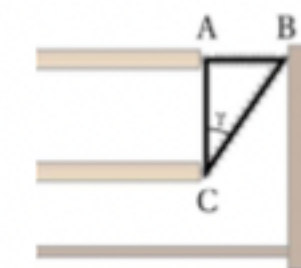
- Noem de krachten die op de plank met Tom werken.
- Toon aan dat de kracht die één veer uitoefent op de plank gelijk is  $2,0 \cdot 10^2 \text{ N}$ . Bereken daartoe eerst de uitrekking van de veer. Elke veerkracht kun je ontbinden in twee richtingen: een verticale en een horizontale richting. De krachten op de plank zijn in evenwicht. Alle veerkrachten zijn even groot.
- Leg uit dat de horizontale componenten van de veerkrachten elkaar opheffen. Ook in verticale richting heffen de krachten op de plank elkaar op.
- Toon met behulp van een constructie aan dat de verticale component van de veerkracht van één veer gelijk is aan  $1,5 \cdot 10^2 \text{ N}$ . Teken daartoe in punt C voor de veerkracht op de plank een pijl van 3,0 cm.
- Bereken de massa van Tom.

### 3.5 Afsluiting

#### Opgave 32

- Zwaartekracht en veerkracht.
- De kracht die één veer uitoefent, bereken je met de formule voor de veerkracht. De uitrekking bereken je met de lengte van de uitgerekte veer en de lengte van de niet-uitgerekte veer. De lengte van de uitgerekte veer bereken je met de stelling van Pythagoras.

De niet-uitgerekte veer, de uitgerekte veer en de verticaal vormen de rechthoekige driehoek ABC. Zie figuur 3.30.



$$\begin{aligned} BC^2 &= AB^2 + AC^2 \\ BC^2 &= 8,0^2 + 9,0^2 \\ BC &= 12,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

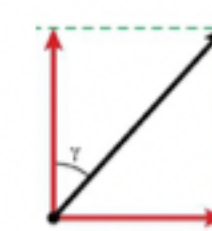
$$\begin{aligned} u &\text{ is uitgerekte veer } BC - \text{niet-uitgerekte veer } AB. \\ u &= 12,0 - 8,0 = 4,0 \text{ cm} = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} \end{aligned}$$

Figuur 3.30

$$\begin{aligned} F_{\text{veer}} &= C \cdot u \\ C &= 4,9 \cdot 10^3 \text{ N m}^{-1} \\ F_{\text{veer}} &= 4,9 \cdot 10^3 \times 4,0 \cdot 10^{-2} \\ F_{\text{veer}} &= 1,96 \cdot 10^2 \text{ N} \\ \text{Afgerond: } F_{\text{veer}} &= 2,0 \cdot 10^2 \text{ N.} \end{aligned}$$

- Alle veerkrachten zijn even groot zijn. De horizontale component is bij alle veren dan even groot. Bij de veren aan de linkerkant is de horizontale component naar links gericht. Aan de rechterkant is de richting naar rechts. De componenten heffen elkaar dan op.
- De verticale component van de veerkracht bepaal je met de lengte van de pijl van de spankracht en de krachtenschaal. De krachtenschaal bereken je met de grootte van de kracht en de lengte van de pijl. De verticale component construeer je met behulp van de omgekeerde parallellogrammethode.

Zie figuur 3.31.



$$\begin{aligned} \text{De lengte van de pijl van de veerkracht is } 3,0 \text{ cm.} \\ \text{De veerkracht is } 2,0 \cdot 10^2 \text{ N.} \\ 3,0 \text{ cm} &\triangleq 2,0 \cdot 10^2 \text{ N} \\ 1 \text{ cm} &\triangleq 66,6 \text{ N} \\ \text{De schaal is } 1,0 \text{ cm} &\triangleq 66,6 \text{ N} \end{aligned}$$

Figuur 3.31

$$\begin{aligned} \text{De lengte van de pijl van de verticale component is } 2,2 \text{ cm.} \\ \text{De schaal is } 1,0 \text{ cm} &\triangleq 66,6 \text{ N.} \\ F_{\text{veer,vert}} &= 2,2 \times 66,6 = 146 \text{ N} \\ \text{Afgerond: } F_{\text{veer,vert}} &= 1,5 \cdot 10^2 \text{ N.} \end{aligned}$$

- De massa van Tom bereken je met de formule voor de zwaartekracht. De zwaartekracht bereken je met de som van de verticale componenten van de veerkracht.

$$\begin{aligned} \text{Er zijn vier veren. Dus voor de verticale component van alle veerkrachten geldt} \\ F_{\text{veer,vert}} &= 4 \times 1,5 \cdot 10^2 = 6,0 \cdot 10^2 \text{ N.} \\ F_{\text{zw}} &= m \cdot g \\ F_{\text{zw}} &= F_{\text{veer,vert}} = 4 \times 1,5 \cdot 10^2 = 6,0 \cdot 10^2 \text{ N} \\ g &= 9,81 \text{ m s}^{-2} \\ 6,0 \cdot 10^2 &= m \times 9,81 \\ m &= 61,1 \text{ kg} \\ \text{Afgerond: } m &= 61 \text{ kg.} \end{aligned}$$