

- 34 In figuur 4.56 zie je een man met een kruiwagen. De massa van de kruiwagen met inhoud is 23 kg. Op de kruiwagen met lading werkt de zwaartekracht. De man oefent een verticale spierkracht uit om de kruiwagen op te tillen.
- Toon aan dat de spierkracht die de man uitoefent, gelijk is aan 60 N.
 - Bereken de normaalkracht die de as van het wiel uitoefent op de kruiwagen. De man verplaatst de lading in de kruiwagen waardoor hij minder kracht uitoefent.
 - Moet de man de lading dan dichterbij het wiel toe of verder van het wiel af plaatsen? Licht je antwoord toe.



Figuur 4.56

Opgave 34

- a De spierkracht van de man toon je aan met de hefboomwet. Het moment van de spierkracht volgt uit het moment van de zwaartekracht van de kruiwagen met inhoud. De arm van een kracht bepaal je in figuur 4.56 van het leerboek. De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$\begin{aligned} F_{zw} &= m \cdot g \\ m &= 23 \text{ kg} \\ g &= 9,81 \text{ m s}^{-2} \\ F_{zw} &= 23 \times 9,81 \\ F_{zw} &= 225,6 \text{ N} \end{aligned}$$

De werklijn van de spierkracht is lastig te bepalen. En daarmee ook de arm van de spierkracht. Zie figuur 4.19.

$$\begin{aligned} F_{spier} \cdot r_{spier} &= F_{zw} \cdot r_{zw} \\ r_{spier} &= (\text{ongeveer}) 3,7 \text{ cm} \\ r_{zw} &= 1,0 \text{ cm} \\ F_{zw} &= 225,6 \text{ N} \\ F_{spier} \times 3,7 &= 225,6 \times 1,0 \\ F_{spier} &= 60,97 \text{ N} \end{aligned}$$

De onnauwkeurigheid waarmee je de arm van de spierkracht kunt bepalen is groot. Je weet niet waar precies het aangrijpingspunt zit. Dus $F_{spier} = 60 \text{ N}$.



Figuur 4.19

- b De normaalkracht bereken je met de resulterende kracht op de kruiwagen. De resulterende kracht bepaal je met de eerste wet van Newton.

De kruiwagen is in evenwicht, dus geldt de eerste wet van Newton. De spierkracht en de normaalkracht zijn omhoog gericht en de zwaartekracht is omlaag gericht.

$$\begin{aligned} F_n + F_{spier} &= F_{zw} \\ F_n + 60 &= 225,6 \\ F_n &= 285,6 \text{ N} \\ \text{Afgerond: } F_n &= 2,9 \cdot 10^2 \text{ N.} \end{aligned}$$

- c De plaats van de lading volgt uit het moment van de zwaartekracht. Het moment van de zwaartekracht volgt uit het moment van de spierkracht.

De kracht die de man uit oefenen is kleiner, terwijl de arm van de spierkracht hetzelfde blijft. Dus het moment van de spierkracht is kleiner. Daardoor is volgens de momentenwet het moment van de zwaartekracht kleiner. De zwaartekracht op de lading blijft hetzelfde. Dus is de arm van de zwaartekracht kleiner. Dus de man moet de lading dichterbij het wiel plaatsen.