

- 23 In het pretpark Walibi World staat een attractie met de naam G-Force. Zie figuur 7.23. De attractie ontleent zijn naam aan de vaktaal van straaljagerpiloten. De afgebeelde schuitjes draaien met grote snelheid rond en gaan ondersteboven door het hoogste punt.



Figuur 7.23

De G-Force is gedefinieerd als de verhouding van de kracht van de stoel op de piloot en de zwaartekracht die op zijn lichaam werkt:

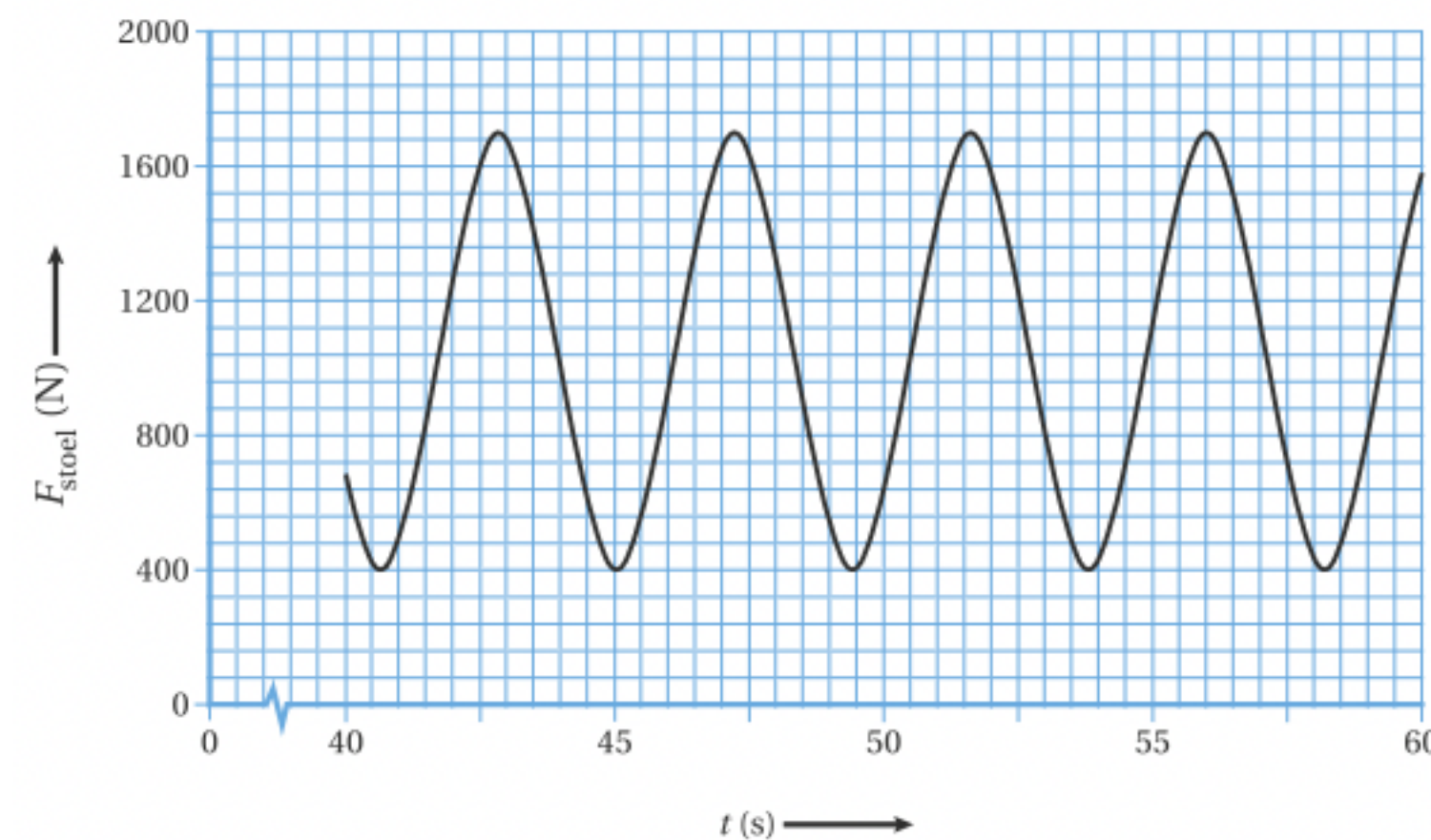
$$\text{G-Force} = \frac{F_{\text{stoel}}}{F_{\text{zw}}}$$

- a Bepaal de eenheid van de G-Force.

Jo zit in een van de stoeltjes en voert een nagenoeg verticale cirkelbeweging uit met een constante snelheid. Tijdens deze beweging wordt de kracht  $F_{\text{stoel}}$  gemeten die het stoeltje op Jo uitoefent.

In figuur 7.24 is  $F_{\text{stoel}}$  voor een aantal rondjes weergegeven als functie van de tijd.

De massa van Jo bedraagt 65 kg.



Figuur 7.24

- b Bepaal de maximale waarde van de G-Force die Jo ondervindt. Het zwaartepunt van Jo beschrijft een cirkelbaan met een straal van 7,9 m.
- c Toon aan dat Jo ronddraait met een snelheid van  $11 \text{ m s}^{-1}$ .

Omdat Jo een eenparige cirkelbeweging uitvoert, moet er een constante middelpuntzoekende kracht op hem werken.

- d Bereken de benodigde middelpuntzoekende kracht op Jo.

In het hoogste en in het laagste punt is de middelpuntzoekende kracht de resultante van de zwaartekracht  $F_{\text{zw}}$  en de kracht  $F_{\text{stoel}}$ . In figuur 7.25a is de situatie getekend als Jo zich in het onderste punt bevindt. De krachten  $F_{\text{stoel}}$

## 7.5 Afsluiting

### Opgave 23

- a De eenheid van de G-Force leid je af met de eenheden van  $F_{\text{stoel}}$  en  $F_{\text{zw}}$ .

$$[F] = \text{N}$$

$$\text{Hieruit volgt: } [\text{G-Force}] = \frac{[F_{\text{stoel}}]}{[F_{\text{zw}}]} = \frac{\text{N}}{\text{N}} = 1$$

De G-Force heeft dus geen eenheid.

- b De maximale waarde van de G-Force bereken je met de formule voor de G-Force. De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$\begin{aligned} F_{\text{zw}} &= m \cdot g \\ m &= 65 \text{ kg} \\ g &= 9,81 \text{ m s}^{-2} \\ F_{\text{zw}} &= 65 \times 9,81 = 6,37 \cdot 10^2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{G-Force} = \frac{F_{\text{stoel}}}{F_{\text{zw}}}$$

$$F_{\text{stoel}} = 1685 \text{ N} \quad (\text{aflezen maximale waarde in figuur 7.24 van het leerboek})$$

$$\text{G-Force} = \frac{1685}{6,37 \cdot 10^2} = 2,64$$

Afgerond: 2,6.

- c De snelheid van Jo bereken je met de formule voor de baansnelheid. De omlooptijd bepaal je in figuur 7.24 van het leerboek.

$$\begin{aligned} 4T &= 58,2 - 40,7 = 17,5 \text{ s} \\ T &= 4,375 \text{ s} \end{aligned}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$r = 7,9 \text{ m}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 7,9}{4,375} = 11,34 \text{ m s}^{-1}$$

Afgerond:  $11 \text{ m s}^{-1}$ .

- d De middelpuntzoekende kracht op Jo bereken je met de formule voor de middelpuntzoekende kracht.

$$F_{\text{mpz}} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$m = 65 \text{ kg}$$

$$v = 11,34 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{zie vraag c})$$

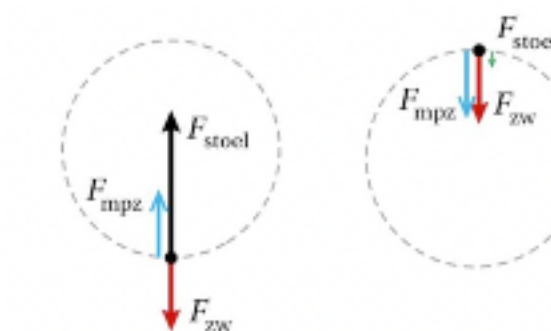
$$r = 7,9 \text{ m}$$

$$F_{\text{mpz}} = \frac{65 \times 11,34^2}{7,9} = 1059 \text{ N}$$

Afgerond:  $1,0 \cdot 10^3 \text{ N}$ .

- e De middelpuntzoekende kracht op Jo bepaal je met de resulterende kracht van de zwaartekracht en de stoelkracht.

Zie de linker pijl in figuur 7.10a.



Figuur 7.10a

Figuur 7.10b

- f De kracht  $F_{\text{stoel}}$  bepaal je met de middelpuntzoekende kracht en de zwaartekracht. De middelpuntzoekende kracht volgt uit figuur 7.10a.

Bij een eenparige cirkelbeweging is de middelpuntzoekende kracht op ieder punt van de beweging even groot en naar het midden van de cirkelbaan gericht. Dus in figuur 7.10b is  $F_{\text{mpz}}$  even groot als  $F_{\text{mpz}}$  in figuur 7.10a. De stoelkracht die in het bovenste punt van de beweging op Jo werkt, is de resulterende kracht van de zwaartekracht en de middelpuntzoekende kracht. Zie de kleine rechter pijl in figuur 7.10b.