

**Opgave 21**

- a De arbeid die de krachten samen hebben verricht, bereken je met de arbeid die de zwaartekracht op Joep heeft verricht, de arbeid die de spierkracht van Maremca heeft verricht en de arbeid die de weerstandskrachten hebben verricht.  
De arbeid die de zwaartekracht op Joep verricht, bereken je met de zwaartekracht en het hoogteverschil.  
De zwaartekracht bereken je met de formule voor de zwaartekracht.

$$F_{zw} = m \cdot g$$

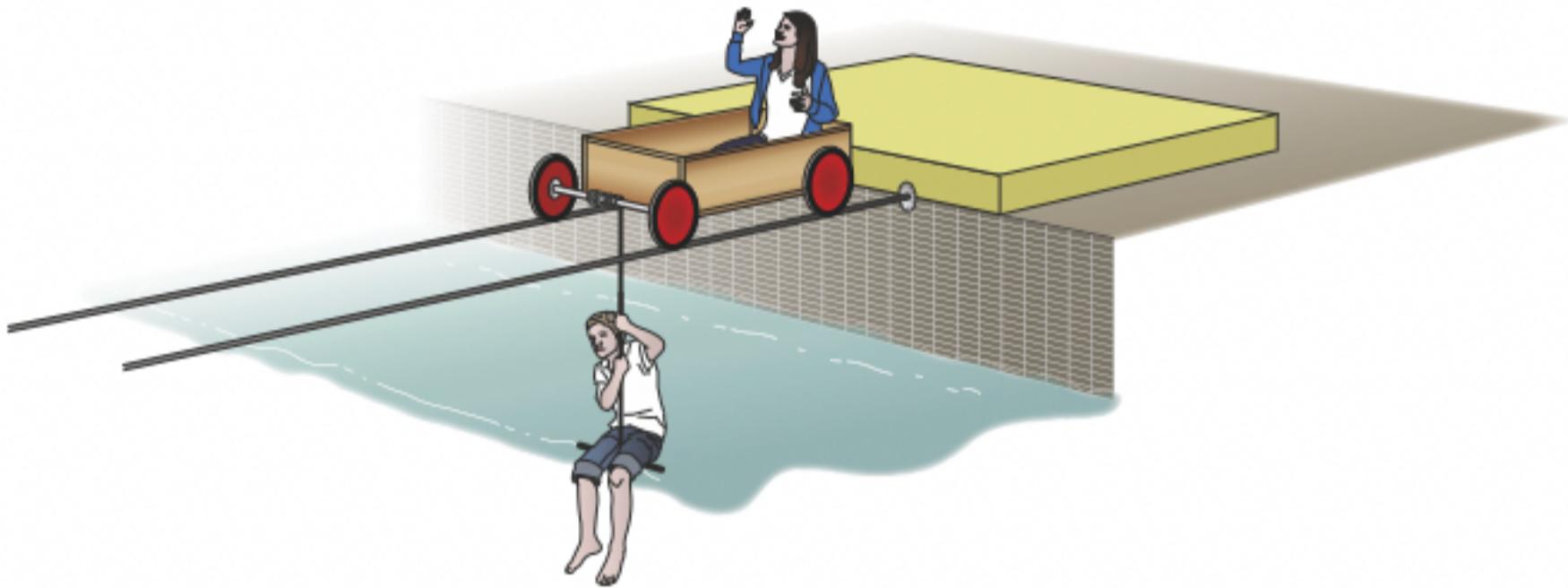
$$m = 96 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$$

$$F_{zw} = 96 \times 9,81$$

$$F_{zw} = 941,8 \text{ N}$$

21 In het televisiespel 'Hoog en droog' is het de bedoeling dat deelnemers zo snel mogelijk een gracht oversteken waarover twee parallelle staalkabels zijn gespannen. De afstand van 25 m wordt afgelegd met een zelfgebouwd voertuig. Maremca heeft een kar gebouwd met een trapmechanisme waarmee ze de achterwielen aandrijft. De massa van het voertuig en Maremca samen is 106 kg. Om de vooras van de kar is een koord gewikkeld. Haar helper, Joep, hangt aan dat koord. Zie figuur 8.27.



Figuur 8.27

Maremca levert 88 N aan spierkracht. Joep daalt 5,0 m tijdens de oversteek. De massa van het touw is verwaarloosbaar. De massa van Joep is 96 kg. De arbeid die door de wrijvingskrachten werd verricht, is -0,30 kJ.

- a Toon aan dat de kinetische energie bij de oversteek is toegenomen met 6,6 kJ.  
Joep daalt met een snelheid die gelijk is aan 0,25 keer de horizontale snelheid.  
b Bereken de snelheid van de kar aan het einde van de oversteek.

$$W_{zw} = F_{zw} \cdot h$$

$$W_{zw} \text{ is positief, want Joep beweegt omlaag.}$$

$$h = 5,0 \text{ m}$$

$$W_{zw} = 941,8 \times 5,0$$

$$W_{zw} = 4,709 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$W_{spier} = F_{spier} \cdot s$$

$$F_{spier} = 88 \text{ N}$$

$$s = 25 \text{ m}$$

$$W_{spier} = 88 \times 25$$

$$W_{spier} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$W_w = -0,30 \text{ kJ} = -0,30 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\sum W = W_{zw} + W_{spier} + W_w$$

$$\sum W = 4,709 \cdot 10^3 + 2,2 \cdot 10^3 - 0,30 \cdot 10^3$$

$$\sum W = 6,60 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Afgerond:  $\sum W = 6,6 \text{ kJ}$ .

- b De snelheid van de kar aan het einde van de oversteek bereken je met de totale arbeid en het verschil in kinetische energie.  
De kinetische energie bereken je met de massa en de snelheid van de verschillende onderdelen.

$$\Delta E_k = E_{k,eind} - E_{k,begin}$$

$$E_{k,eind} = \frac{1}{2} \cdot m_{kar} \cdot v_{kar}^2 + \frac{1}{2} \cdot m_{joep,hor} \cdot v_{joep,hor}^2 + \frac{1}{2} \cdot m_{joep,ver} \cdot v_{joep,ver}^2$$

$$v_{kar} = v_{joep,hor} = v$$

$$v_{joep,ver} = 0,25 \cdot v_{joep,hor} = 0,25 \cdot v$$

$$E_{k,begin} = 0 \text{ J} (\text{de beginsnelheid is } 0 \text{ m s}^{-1})$$

$$\sum W = \Delta E_k = E_{k,eind} - E_{k,begin}$$

$$\sum W = 6,6 \text{ kJ} = 6,6 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$6,6 \cdot 10^3 = \frac{1}{2} \times 106 \times v^2 + \frac{1}{2} \times 96 \times v^2 + \frac{1}{2} \times 96 \times (0,25 \cdot v)^2 - 0$$

$$v = 7,96 \text{ m s}^{-1}$$

Afgerond:  $v = 8,0 \text{ m s}^{-1}$ .