

## Shorttrack

Tijdens de Olympische Spelen in 2018 won Suzanne Schulting (zie figuur 1) een gouden medaille op de kilometer shorttrack in een tijd van 1 min 29,80 s.

Volgens de reglementen van de Internationale Schaatsunie heeft een shorttrackbaan een lengte van 111,11 m. Bij de kilometer shorttrack schaatst een schaatser negen ronden.

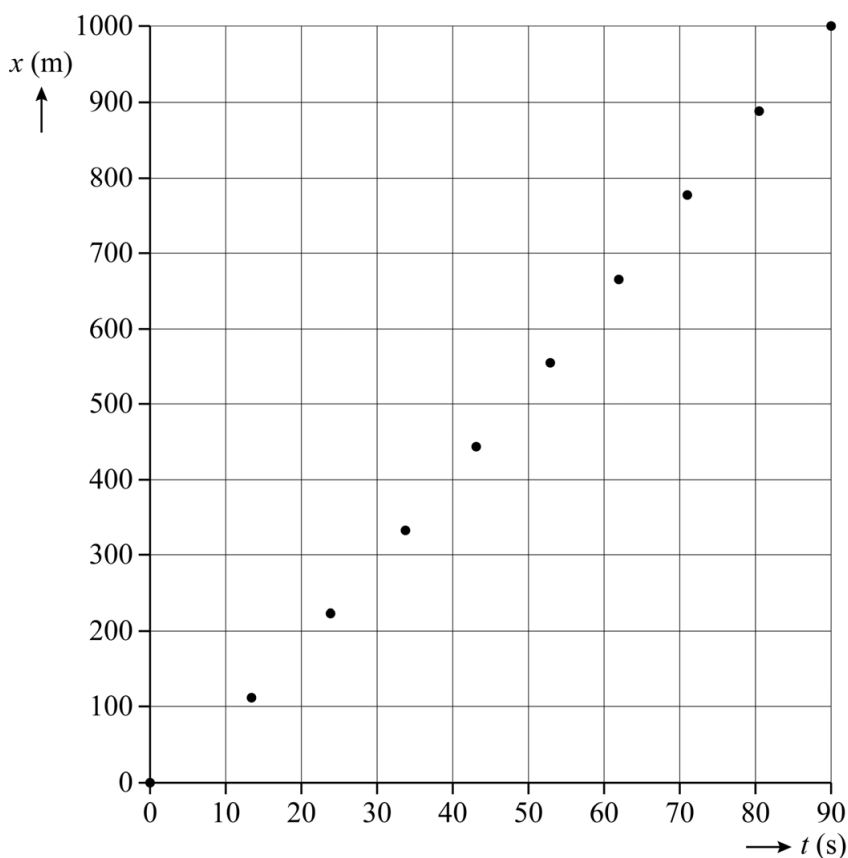
figuur 1



- 3p 1 Bereken de gemiddelde snelheid van Schulting tijdens de race. Noteer je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

In figuur 2 zijn de doorkomsttijden van Schulting weergegeven. Deze figuur staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 2



Op de eerste drie ronden na schaatste Schulting rondjes met een vrijwel constante snelheid.

- 2p 2 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de tijdwinst die Schulting zou hebben behaald als zij de hele race met deze snelheid had gereden.

Tijdens het schaatsen moet een schaatser twee krachten overwinnen: de luchtweerstandskracht en de schuifwrijvingskracht. Voor de schuifwrijvingskracht  $F_{w,s}$  tijdens het schaatsen geldt:

$$F_{w,s} = f_d F_N \quad (1)$$

Hierin is:

- $F_{w,s}$  de schuifwrijvingskracht
- $f_d$  de dynamische wrijvingscoëfficiënt
- $F_N$  de normaalkracht

Hieruit volgt dat het nuttige vermogen dat Schulting moet leveren om een constante snelheid  $v$  te schaatsen, berekend kan worden met de volgende formule:

$$P = f_d mgv + \frac{1}{2} c_w A \rho v^3 \quad (2)$$

- 3p    **3**    Leid formule (2) af met behulp van formule (1) en formules uit het informatieboek.

De lengte van Suzanne Schulting is 1,70 m en haar massa bedraagt 64 kg. Zij schaatsst in de zogenaamde schaathouding. Deze is schematisch weergegeven in figuur 3.

De dynamische wrijvingscoëfficiënt heeft voor het contactoppervlak tussen schaats en ijs een waarde van 0,015. De luchtweerstandcoëfficiënt heeft in de schaathouding een waarde van 0,80.

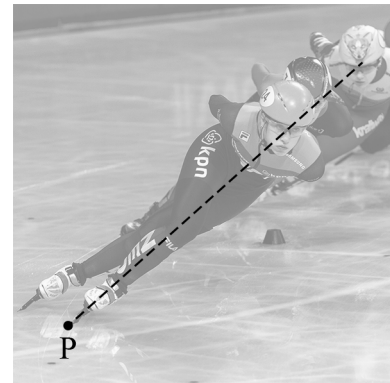
**figuur 3**



- 3p    **4**    Voer de volgende opdrachten uit:
- Maak met behulp van figuur 1 en 3 een beredeneerde schatting van de frontale oppervlakte in de schaathouding.
  - Bereken daarmee het nuttige vermogen dat Schulting levert bij een constante snelheid van  $11,9 \text{ m s}^{-1}$ .

Schaatsers gaan, net als fietsers, altijd schuin door een bocht. Deze beweging is te benaderen als een eenparige cirkelbeweging. Figuur 4 is een foto van Schulting in de bocht tijdens haar race. Deze figuur is ook weergegeven op de uitwerkbijlage. In punt P oefent Schulting met haar schaats een kracht uit op het ijs. De werklijn van de reactiekracht van het ijs op Schulting is weergegeven in de figuur. Deze reactiekracht en de zwaartekracht leveren samen de resulterende kracht op Schulting.

**figuur 4**



De bocht is een deel van een cirkel met een straal van 8,20 m.

5p

**5** Voer de volgende opdrachten uit:

- Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage de resulterende kracht op Schulting en bepaal de grootte van deze kracht. Laat alle krachten aangrijpen in punt P en noteer je antwoord in twee significante cijfers.
- Bereken met deze kracht de snelheid waarmee Schulting door de bocht beweegt.