

## Formules in de F1

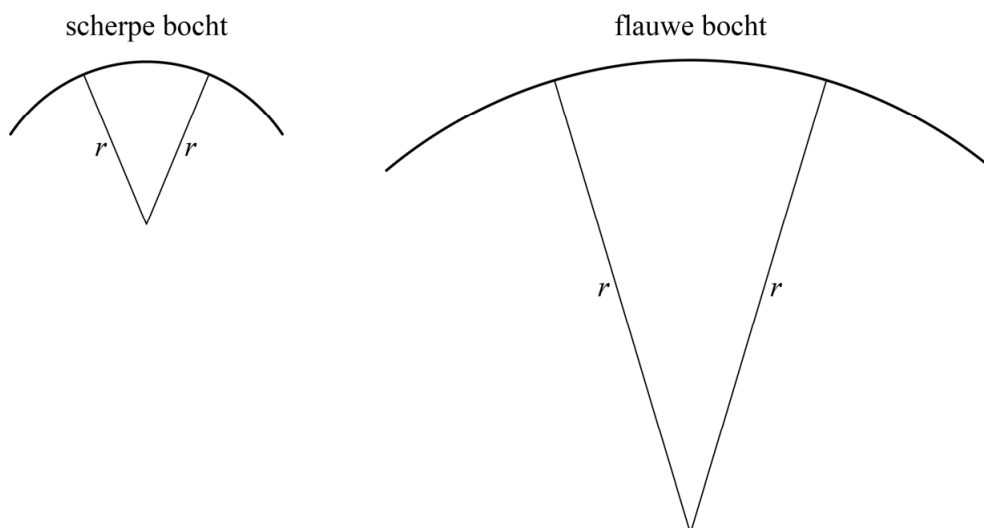
Formule 1 (F1) is de hoogste klasse in de autosport. Gedurende het jaar worden er races gehouden op circuits in verschillende landen.

In deze opgave kijken we naar enkele formules in de F1 die het verschil kunnen bepalen tussen winnen en verliezen.



In een F1-race moet de coureur steeds inschatten met welke snelheid hij een bocht kan nemen. Voor de scherpte van de bocht geldt: hoe kleiner de straal  $r$  van de bocht, hoe scherper de bocht. Zie de figuur.

**figuur**



Als de coureur sneller rijdt dan de maximale bochtensnelheid  $v$ , vliegt hij uit de bocht.

Onder bepaalde omstandigheden geldt voor een bepaald type F1-auto het volgende verband tussen  $v$  en  $r$ :

$$r = \frac{4,026 \cdot v^2}{(7644 + 0,1929 \cdot v^2)^{0,8}} \quad (\text{formule 1})$$

Hierin is  $r$  de straal van de bocht in meter en  $v$  de maximale bochtensnelheid in km per uur.

Een coureur nadert een bocht met een straal van 80 meter.

- 3p **15** Bereken met behulp van formule 1 voor deze bocht de maximale bochtensnelheid in hele km per uur.

Op de uitwerkbijlage staat een schets van de grafiek die hoort bij het verband van formule 1. In deze schets is de maximale bochtensnelheid  $v$  uitgezet tegen de straal  $r$  van de bocht.

- 2p 16 Geef in de grafiek op de uitwerkbijlage het gebied aan waar de coureur uit de bocht vliegt. Licht je antwoord toe.

Omdat de banden gedurende de race slijten, verliezen ze grip op het wegdek en lopen de rondetijden op. Daarom worden tijdens zogeheten **pitstops** de banden te verwisseld voor nieuwe, maar dat wisselen kost wel tijd (pitstraat inrijden, banden wisselen, pitstraat uitrijden).

Voor een bepaald type F1-auto kan het totale tijdverlies  $T$  in een race als gevolg van slijtage van de banden en het aantal pitstops, worden gegeven door de formule:

$$T = \frac{0,5 \cdot b \cdot L^2}{n+1} + n \cdot P \quad (\text{formule 2})$$

Hierin is:

- $T$  het totale tijdverlies in seconden
- $b$  de bandenslijtage, een getal dat onder andere afhangt van het circuit
- $L$  het aantal ronden van de race
- $n$  het aantal pitstops in de race
- $P$  het gemiddelde tijdverlies in seconden per pitstop

Als we bij een race van 60 ronden uitgaan van een bandenslijtage van 0,1 en een gemiddeld tijdverlies van 20 seconden per pitstop, dan kunnen we formule 2 herleiden tot de formule:

$$T = \frac{20n^2 + 20n + 180}{n+1} \quad (\text{formule 3})$$

- 4p 17 Geef deze herleiding.
- 3p 18 Bereken met behulp van formule 3 het optimale aantal pitstops voor de bovenstaande race van 60 ronden.

Als het gemiddelde tijdverlies per pitstop zou kunnen afnemen, dan kan het optimale aantal pitstops misschien toenemen om het totale tijdverlies in de race zo klein mogelijk te houden.

Op een ander circuit, waar de race 45 ronden duurt, geldt voor een bepaalde F1-auto een bandenslijtage van 0,3. Je kunt dan met de volgende formule het optimale aantal pitstops bepalen:

$$N = -1 + 45\sqrt{\frac{3}{20P}} \quad (\text{formule 4})$$

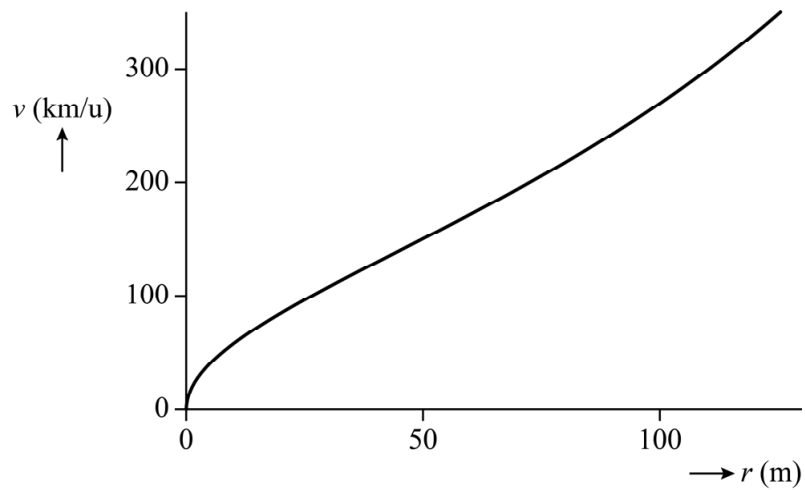
Hierin is  $N$  het (onafgeronde) optimale aantal pitstops en  $P$  het gemiddelde tijdverlies in seconden per pitstop.

Op dit circuit geldt voor deze F1-auto dat het gemiddelde tijdverlies van een pitstop 24,8 seconden is. Uit de formule volgt dan dat  $N$  ongeveer 2,5 is. Er moet een keuze gemaakt worden of er nu 2 of 3 pitstops moeten plaatsvinden. Deze keuze zou makkelijker zijn als  $N$  precies 3 was geweest.

- 4p **19** Bereken hoeveel korter het gemiddelde tijdverlies per pitstop moet zijn om uit te komen op een optimaal aantal pitstops van precies 3. Geef je antwoord in seconden en in één decimaal.
- 3p **20** Beredeneer met formule 4, zonder getallenvoorbeelden te gebruiken of een schets/tekening van de grafiek van  $N$  te maken, dat  $N$  toeneemt als het gemiddelde tijdverlies per pitstop afneemt.

## uitwerkbijlage

16



---

### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift.