

Opgave 1 Wielrennen

Bij wielrennen gaat het er meestal om in een zo kort mogelijke tijd een gegeven afstand af te leggen. Daarnaast kent men het wereld-uurrecord. Daarbij gaat het erom in precies één uur een zo groot mogelijke afstand af te leggen.

Op 2 september 1994 reed Miguel Indurain op de wielersbaan van Bordeaux in één uur 53,040 km. Hij vestigde daarmee het wereld-uurrecord. Kort daarna raakte hij zijn record kwijt aan Toni Rominger, die op 5 november 1994 op dezelfde baan in één uur 55,291 km reed.

De afgelegde afstand bestaat uit een groot aantal rondes op de wielersbaan. Elke ronde is 250 meter.

Stel dat Indurain en Rominger deze ritten tegelijkertijd hadden gereden, en naast elkaar waren gestart en dat ieder met constante snelheid reed.

- 4p 1 □ Hoeveel keer zou Rominger na de start in de loop van het uur Indurain hebben ingehaald? Licht je antwoord toe.

Om te voorspellen of een wielrenner een bepaalde snelheid kan halen, kijkt men naar het daarvoor benodigde *vermogen* (W), dat is de energie die de wielrenner per seconde moet leveren. Daarbij speelt de *luchtweerstand* een belangrijke rol. De luchtweerstand kan onder andere verkleind worden door de stroomlijn van fietser en fiets te verbeteren.

Men gebruikt vaak de volgende formule voor W :

$$W = (k \cdot v^2 + 4) \cdot v$$

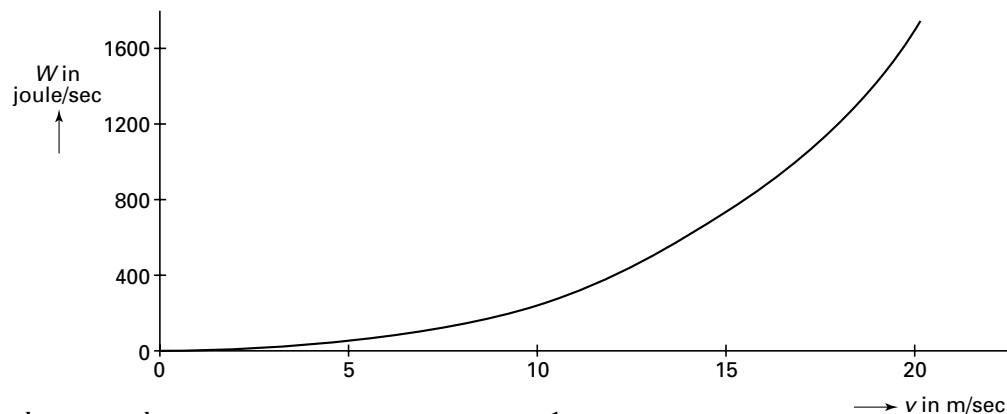
Hierbij geldt:

- v is de snelheid (in m/sec);
- W is het *vermogen* (in joule/sec) dat de wielrenner moet leveren;
- k is een getal dat onder andere te maken heeft met de luchtweerstand.

Daan wil zich op de wielersport gaan toelagen. Van een medische keuring weet hij dat hij gedurende enige tijd een vermogen kan leveren van 190 joule/sec. Op zijn huidige fiets haalt hij een snelheid van 33 km/uur, dus ruim 9 m/sec. Met behulp van bovenstaande formule leidt hij hieruit af dat $k = 0,2$.

Door veel te trainen hoopt Daan een vermogen te kunnen leveren van 300 joule/sec. Om er achter te komen wat de maximale snelheid is die hij dan kan halen, tekent hij voor $k = 0,2$ de grafiek van W als functie van v . Zie figuur 1. Hij kan nu aflezen dat zijn maximale snelheid dan bijna 11 m/sec zal zijn (ongeveer 39 km/uur).

figuur 1



Eindexamen wiskunde A vwo 1999-II

- Daan is ook van plan een nieuwe fiets en nieuwe fietskleding te kopen. Volgens kenners kan hij daarmee k verlagen tot $k = 0,15$. Daan vraagt zich af welke snelheid hij dan kan behalen. Om de vraag te kunnen beantwoorden, moet hij een nieuwe grafiek tekenen.
- 5p 2 Welke snelheid (in km/uur) zal Daan kunnen behalen met een vermogen van 300 joule/sec, bij $k = 0,15$? Licht je antwoord toe met behulp van een grafiek.

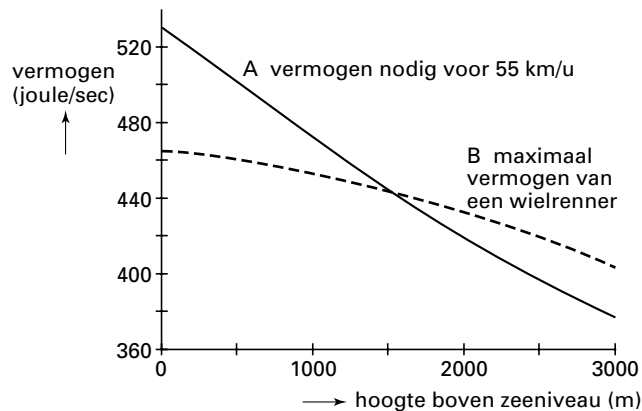
De wielervedaan van Bordeaux ligt op zeeniveau.

Voordat Indurain en Rominger hun eerder genoemde recordritten reden, beweerde iemand dat de magische grens van 55 kilometer in één uur slechts op grote hoogte boven zeeniveau bereikt zou kunnen worden. (Daar is de lucht ijler en dus de luchtweerstand kleiner. Daardoor is k kleiner.)

Om zijn bewering te illustreren maakte hij figuur 2. In figuur 2 is grafiek A als volgt tot stand gekomen.

Bij een officieel record moeten fiets en berijder aan allerlei voorschriften voldoen. De mogelijkheden om binnen deze voorschriften de stroomlijn te verbeteren leken optimaal benut. Daarmee lag voor elke hoogte de waarde van k vast. Met behulp van de formule voor W kon hij dus berekenen hoeveel vermogen een wielrenner nodig had om 55 km/uur (15,3 m/sec) te fietsen.

figuur 2



Zo is bijvoorbeeld, volgens de maker van figuur 2, op zeeniveau $k = 0,13$.

- 5p 3 Bereken hoe groot k is op 2000 meter hoogte volgens de maker van figuur 2.

In grafiek B van figuur 2 is het maximale vermogen te zien dat een ideale wielrenner een uur lang zou kunnen leveren. (Ook dat neemt af naarmate men hoger komt, doordat de ijlere lucht minder zuurstof bevat.)

Volgens de maker van figuur 2 zou de prestatie van Rominger (55,291 km) op zeeniveau onmogelijk zijn.

- 4p 4 Het record van Indurain was 53,040 km. Onderzoek met behulp van de formule voor W of het record van Indurain volgens de maker van figuur 2 op zeeniveau wel mogelijk is.