

## Opgave 1 Kingda Ka

Lees het artikel.

### Snelste achtbaan ter wereld geopend

**New York.** De hoogste en snelste achtbaan ter wereld gaat binnenkort open. Wie in de Kingda Ka stapt, maakt mee dat de trein in 3,5 seconde vanuit stilstand tot  $205 \text{ km h}^{-1}$  wordt versneld en daarna 139 m omhoog wordt gejaagd. Op het hoogste punt is de snelheid nog zo groot, dat de passagiers loskomen uit hun stoeltje en tegen de sluitbeugels worden gedrukt. Vervolgens stort de trein zich loodrecht in de diepte, waarna een tweede heuvel volgt. De hele rit duurt nog geen minuut.



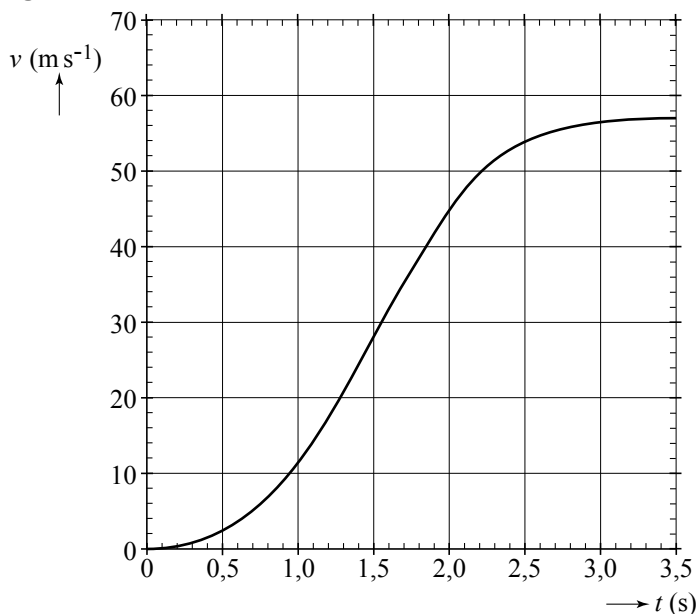
naar: de Gelderlander, 21 mei 2005

Bij de start wordt de trein van de Kingda Ka op een horizontale baan versneld. In figuur 1 staat het  $(v, t)$ -diagram van de beweging op die horizontale baan.

Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

Bij dit soort attracties wordt de versnelling op de passagiers vaak uitgedrukt in de valversnelling  $g$ .

figuur 1



- 4p 1 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale versnelling die de passagiers ondervinden, uitgedrukt in de valversnelling  $g$ .

Op de horizontale baan van de achtbaan zorgt een elektromotor voor de aandrijving van de trein met passagiers. De massa van de trein met passagiers bedraagt  $3,1 \cdot 10^3$  kg.

- 3p **2** Bepaal het gemiddelde vermogen dat de elektromotor gedurende de eerste 3,5 s minimaal moet leveren.

Aan het einde van de horizontale baan werkt er geen aandrijvende kracht meer. Het (zwaartepunt van het) treintje gaat daarna 139 m omhoog. Natuurlijk moet de trein wel de top halen. Een bepaald percentage van de bewegingsenergie wordt tijdens de rit naar boven omgezet in warmte ten gevolge van de wrijving.

- 3p **3** Bereken hoe groot dit percentage maximaal mag zijn.

In werkelijkheid is de snelheid op de top natuurlijk niet nul, maar zelfs zo groot dat de passagiers loskomen van hun stoeltje en met hun schouders tegen de sluitbeugels worden gedrukt. In figuur 2 zie je een treintje op de top van de baan.

**figuur 2**



Het stuk AB is een gedeelte van een cirkelbaan. Het stuk AB staat weergegeven in de figuur op de uitwerkbijlage. In deze figuur is de zwaartekracht op één passagier getekend. Ook is op dezelfde schaal de middelpuntzoekende kracht op de top op deze passagier getekend. Wrijvingskrachten worden verwaarloosd.

In de tekening ontbreekt nog een kracht op deze passagier.

- 3p **4** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage deze ontbrekende kracht en geef deze kracht de juiste naam.

Op de uitwerkbijlage staat figuur 2 afgebeeld. Het voorste karretje (het dichtst bij punt A) heeft een lengte van 2,4 m.

- 5p **5** Bereken hoe groot de snelheid op de top van de baan minimaal moet zijn zodat de passagier loskomt van zijn stoel. Bepaal daarvoor eerst in de figuur op de uitwerkbijlage de straal van de cirkelbaan.