

## Opgave 2 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.

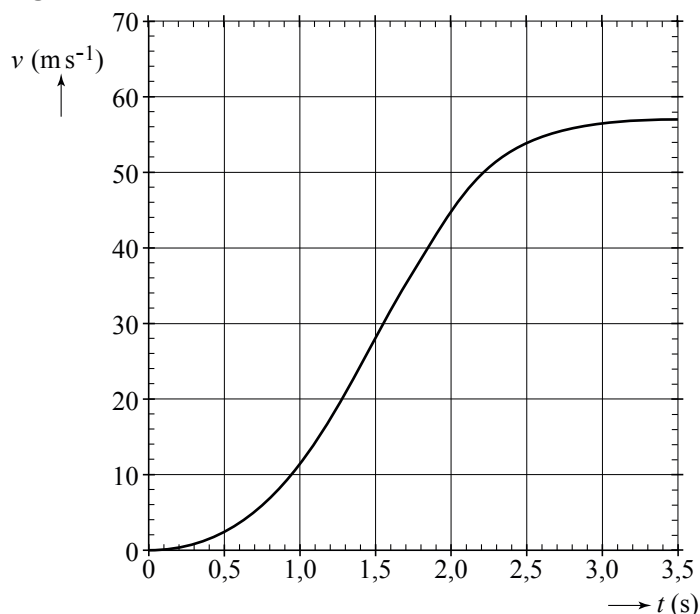


naar: de Gelderlander, 21 mei 2005

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.

Tussen  $v = 20 \text{ m s}^{-1}$  en  $v = 40 \text{ m s}^{-1}$  is de beweging éénparig versneld. De versnelling is daar maximaal. Bij dit soort attracties wordt de versnelling op de passagiers vaak uitgedrukt in de valversnelling  $g$ .

figuur 1



- 3p 5 Bepaal met behulp van figuur 1 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 **6** Bepaal het gemiddelde vermogen dat de elektromotor gedurende de eerste 3,5 s minimaal moet leveren.

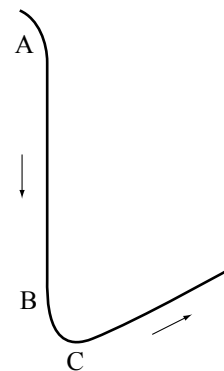
Aan het einde van de horizontale baan werkt er geen aandrijvende kracht meer. Het (zwaartepunt van het) treintje gaat daarna 139 m omhoog. Natuurlijk moet de trein wel de top halen. Een bepaald percentage van de bewegingsenergie wordt tijdens de rit naar boven omgezet in warmte ten gevolge van de wrijving.

- 3p **7** Bereken hoe groot dit percentage maximaal mag zijn.

Na de top gaat het treintje naar beneden. Een zijaanzicht van de baan van het treintje na de top is schematisch weergegeven in figuur 2.

Tussen de punten A en B valt het treintje loodrecht naar beneden. Daarna buigt de baan af en gaat het treintje na het laagste punt C schuin naar boven.

**figuur 2**



- 2p **8** Welke kracht(en) werk(t)(en) er op een passagier tijdens de beweging tussen de punten A en B?
- A** alleen de normaalkracht
  - B** alleen de zwaartekracht
  - C** zowel de normaalkracht als de zwaartekracht
- 2p **9** Wat kun je zeggen over de normaalkracht in het laagste punt C?
- A** De normaalkracht is kleiner dan de zwaartekracht.
  - B** De normaalkracht is gelijk aan de zwaartekracht.
  - C** De normaalkracht is groter dan de zwaartekracht.

---

#### Bronvermelding

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