

## Opgave 1 Goliath

In attractiepark Walibi World bevindt zich een achtbaan, de Goliath. Een trein met passagiers beweegt met een constante snelheid van  $5,0 \text{ km h}^{-1}$  langs een rechte helling omhoog. De top van de helling ligt  $46 \text{ m}$  hoger dan het startpunt. Over deze helling doet de trein  $51 \text{ s}$ .

- 3p 1 Bereken de hellingshoek van deze helling.

figuur 1



Het midden van de trein passeert de top van de eerste helling met verwaarloosbare snelheid. De trein begint vervolgens aan een zeer steile afdaling. Zie figuur 1. Bij die afdaling bedraagt het hoogteverschil ook  $46 \text{ m}$ . Onderaan is de snelheid opgelopen tot  $106 \text{ km h}^{-1}$ .

De massa van de trein met passagiers bedraagt  $14 \cdot 10^3 \text{ kg}$ .

- 4p 2 Bereken hoeveel energie in warmte wordt omgezet tijdens deze afdaling.

Neem aan dat de trein eenparig versneld daalt. De lengte van de afdaling bedraagt  $49 \text{ m}$ .

- 4p 3 Bereken de versnelling tijdens het dalen.

Verderop tijdens de rit worden er foto's gemaakt. In figuur 2 is zo'n foto weergegeven. De trein is  $13,2 \text{ m}$  lang en bestaat uit vijf dezelfde wagons. Elke wagon wordt apart gefotografeerd. Voor elke foto geeft een stroboscoop een lichtflits. Op de plaats waar de foto's worden gemaakt, bedraagt de snelheid  $16 \text{ m s}^{-1}$ .

- 3p 4 Bereken de flitsfrequentie van de stroboscoop.

Voordat de trein weer het station binnenrijdt, wordt de snelheid eenparig vertraagd teruggebracht van  $15,2 \text{ m s}^{-1}$  naar  $0,3 \text{ m s}^{-1}$ . Bij het remmen van de trein mag de remkracht op een persoon niet groter zijn dan de helft van de zwaartekracht.

- 3p 5 Bereken de minimale remtijd.

figuur 2

