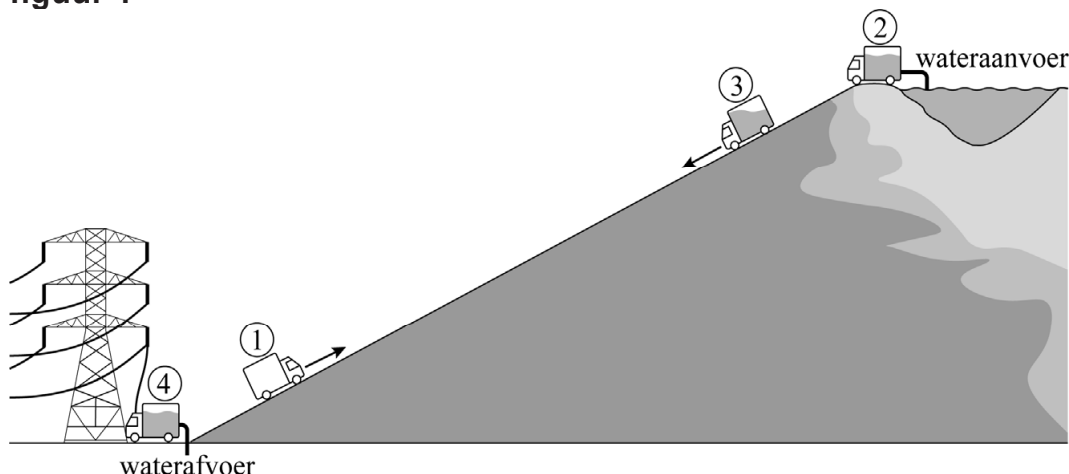


Waterkrachttruck

In bergachtige gebieden wordt vaak stromend water in een rivier gebruikt om elektriciteit op te wekken. Er zijn echter berggebieden waar een waterkrachtcentrale niet mogelijk is. Voor die situatie is een ontwerp uitgedacht waarbij trucks met water worden gevuld en elektrisch heen en weer rijden tussen berg en dal. Zie figuur 1.

figuur 1



Eén rit bestaat uit de volgende fases:

- 1) De truck rijdt zonder water en met een halfvolle accu de berg op.
- 2) De truck wordt boven op de berg gevuld met water uit een meer.
- 3) De truck rolt naar beneden, waarbij de elektromotor als generator werkt om de accu van de truck op te laden.
- 4) In het dal wordt het water afgevoerd en wordt een gedeelte van de elektrische energie uit de accu aan het stroomnet geleverd.

Hierna begint een nieuwe rit.

Het ontwerp gaat ervan uit dat de truck na een rit een vollere accu heeft dan ervóór.

- 3p **13** Leg met behulp van figuur 1 uit waarom de accu aan het eind van fase 3 voller kan zijn dan aan het begin van fase 1.

Het rendement van de energieomzetting in fase 3 hangt onder andere af van de hellingshoek van de berg. De rolweerstandskracht op de wielen van de truck is namelijk recht evenredig met de normaalkracht op de truck. Op de uitwerkbijlage staat een schematische weergave van de truck op een helling. Hierin is de zwaartekracht op de truck getekend, en zijn met stippellijnen twee richtingen aangegeven. Ook staat op de uitwerkbijlage een aantal zinnen.

- 5p **14** Voer de volgende opdrachten uit op de uitwerkbijlage:
- Construeer de normaalkracht F_n op de truck. Geef aan welke krachtpijl bij F_n hoort.
 - Omcirkel in iedere zin steeds het juiste alternatief.

Om de haalbaarheid van de waterkrachttruck te onderzoeken wordt alles doorgerekend. Men gaat ervan uit dat de truck 1,0 km is gedaald als hij in het dal aankomt. De truck heeft een totale massa van $33,1 \cdot 10^3$ kg als hij maximaal gevuld is met water, en een massa van $9,9 \cdot 10^3$ kg als hij leeg is. Het totale rendement van alle energieomzettingen samen tijdens een rit is 70%.

In een klein dorp in een dal wordt gemiddeld $2,7 \cdot 10^9$ J per dag aan elektrische energie gebruikt.

- 4p **15** Bereken hoeveel ritten per dag nodig zijn om deze hoeveelheid energie op te wekken.

Om dit aantal ritten per dag te kunnen halen mag het vullen van een lege truck niet te veel tijd kosten. De truck kan maximaal $23,2 \text{ m}^3$ water bevatten. Een ontwerpeis is dat het vullen met deze hoeveelheid water maximaal 4,0 minuten mag duren. De laagste snelheid waarmee het water door de vulslang stroomt, is 12 m s^{-1} .

- 4p **16** Bereken de minimale diameter van de slang die nodig is om aan de ontwerpeis te voldoen.