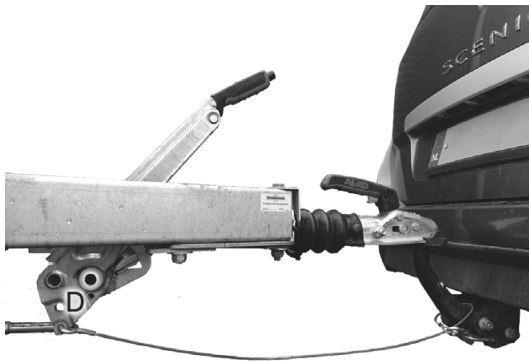


Caravanremmen

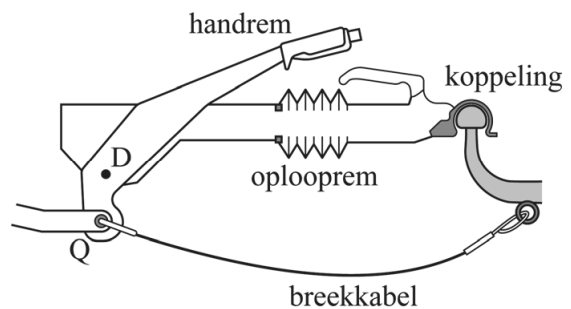
Caravans hebben een remsysteem dat remblokken tegen remtrommels in de wielen drukt. Dit remsysteem kan op drie verschillende manieren geactiveerd worden:

- 1 Handmatig door het aantrekken van een hefboom (handrem).
 - 2 Met een breekkabel als de caravan losschiet van de trekhaak (losbreekrem).
 - 3 Doordat een afremmende auto tegen de koppeling duwt (oplooprem).
- Zie figuren 1 en 2.

figuur 1



figuur 2



Handrem

De handrem wordt gebruikt bij het parkeren. De handrem werkt met een hefboom die draait rond draaipunt D. Hiermee wordt een kracht uitgeoefend op de remblokken bij de wielen. De hendel wordt omhoog getrokken met een spierkracht. De wielen zijn geblokkeerd totdat de rem wordt ontgrendeld met een knop.

Om de wielen te blokkeren moet op punt Q van de hefboom een kracht F van $3,5 \cdot 10^3$ N werken.

Figuur 2 is een schematische weergave op schaal van figuur 1. In de uitwerkbijlage staat figuur 2 vergroot weergegeven. Ook zijn de werklijnen getekend van de twee krachten die op de hefboom werken.

4p 10 Voer de volgende opdrachten uit:

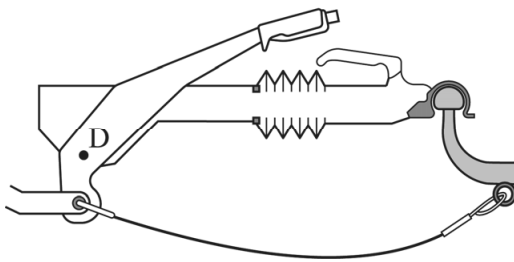
- Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de armen van de krachten.
- Bepaal de spierkracht waarmee de handrem moet worden aangetrokken om de wielen te blokkeren.

Losbreekrem

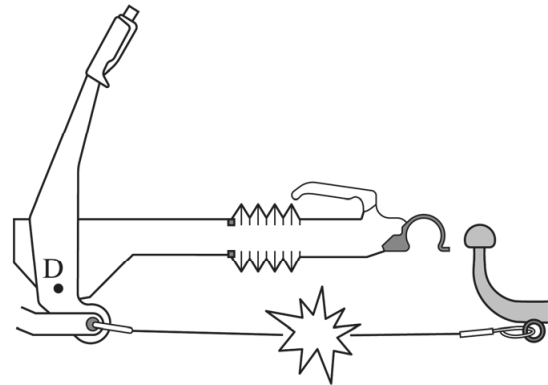
Als de caravan tijdens het rijden van de auto losraakt, moet de caravan zo snel mogelijk tot stilstand komen. Daarvoor zorgt de losbreekrem. Dit is een kabel die aan één kant vastzit aan de auto en aan de andere kant aan de hefboom van de handrem. Zie figuur 3.

Als de caravan tijdens het rijden loskomt van de auto, trekt de kabel de handrem aan. Zodra de rem in de blokkeerstand is getrokken, breekt de kabel en remt de caravan afzonderlijk van de auto af. Zie figuur 4.

figuur 3

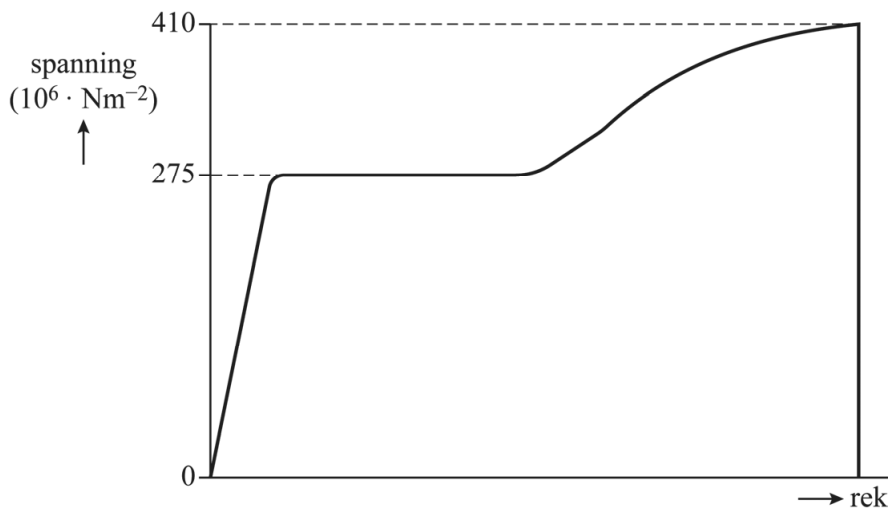


figuur 4



De stalen breekkabel is ontworpen om te breken bij $3,5 \cdot 10^3$ N. Het spanning-rekdiagram van de gebruikte staalsoort staat in figuur 5.

figuur 5

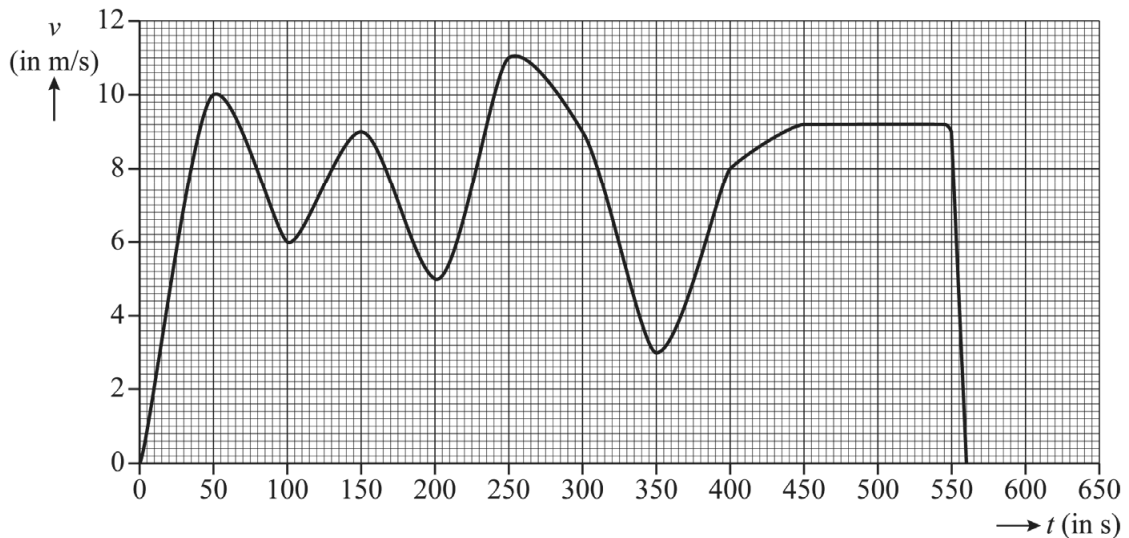


4p 11 Bepaal de diameter (dikte) die de staalkabel moet hebben.

Oplooprem

Wanneer de auto afremt, werkt er een kracht van de auto op de caravan. Hierdoor wordt het remsysteem van de caravan geactiveerd, zodat de caravan zelf gaat remmen (oplooprem). Tijdens een lange afdaling kan het remsysteem constant blijven remmen. De remtrommels worden daardoor zeer heet. De ANWB heeft hier onderzoek naar gedaan. In figuur 6 is een (v,t) -diagram van een auto met caravan tijdens een afdaling weergegeven.

figuur 6



De combinatie auto met caravan heeft tijdens de afdaling een afstand afgelegd van 4,3 km.

- 1p 12 Geef aan hoe dat te bepalen is met behulp van figuur 6. Je hoeft de bepaling niet uit te voeren.

De motor van de auto is tijdens de afdaling niet gebruikt. De beginsnelheid en eindsnelheid van de rit zijn beide gelijk aan 0 ms^{-1} .

Tussen het begin en het einde van de afdaling zit een hoogteverschil van 370 meter. De totale massa van de combinatie is $3,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

- 5p 13 Bereken met behulp van de wet van behoud van arbeid en energie de gemiddelde remkracht op de combinatie. Noteer je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

Tussen 550 s en 570 s remde de combinatie op een horizontale weg eenparig af tot stilstand. Figuur 6 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 3p 14 Bepaal met de tweede wet van Newton en de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de remkracht op de combinatie tijdens dit afremmen.

Tijdens de hele afdaling werd de temperatuur van de remtrommels continu gemeten. Tussen 450 en 545 seconden was de snelheid constant. De temperatuur van beide ijzeren remtrommels ($m_{\text{tot}} = 5,2 \text{ kg}$) is gedurende deze periode opgelopen van $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ naar $175 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

5p **15** Voer de volgende opdrachten uit:

- Bereken hoeveel warmte minimaal per seconde in de remtrommels werd ontwikkeld tijdens deze periode. Noteer je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.
- Geef aan waarom het werkelijk opgewekte warmtevermogen in de remtrommels groter was dan de berekende minimale waarde.