

Auto uit het ijs

In een filmpje op internet is te zien hoe enkele Russen met een staalkabel en houten planken een auto die door het ijs is gezakt weer boven water halen.

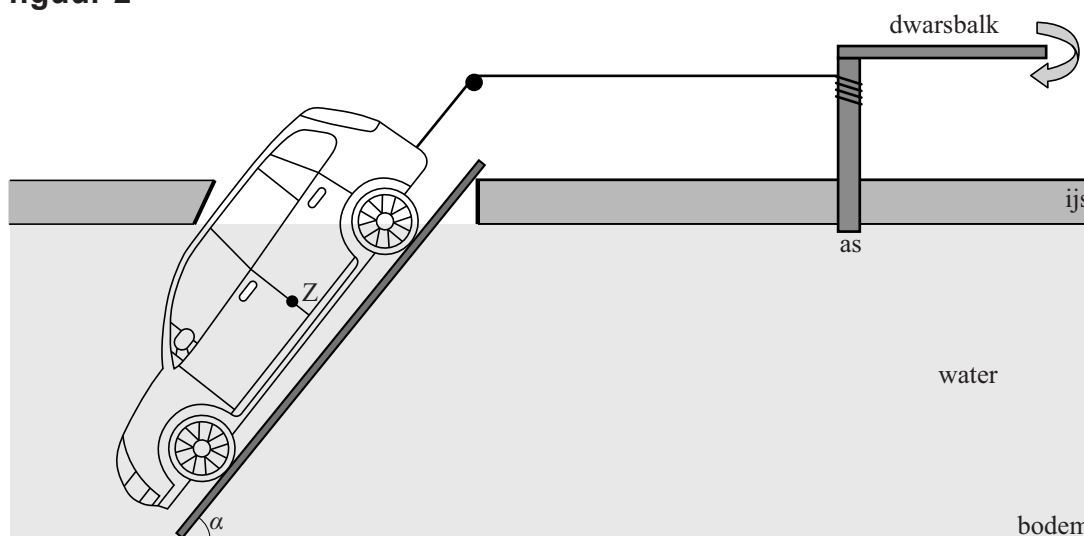
Tussen de auto en het ijs zijn planken gezet waarlangs de auto naar boven getrokken kan worden. In het ijs is een ronde as geslagen waar een dwarsbalk aan is vastgemaakt.

De staalkabel tussen de auto en de as kan worden opgedraaid door tegen deze dwarsbalk te duwen. Zie de foto in figuur 1 en het zijaanzicht in figuur 2.

figuur 1



figuur 2



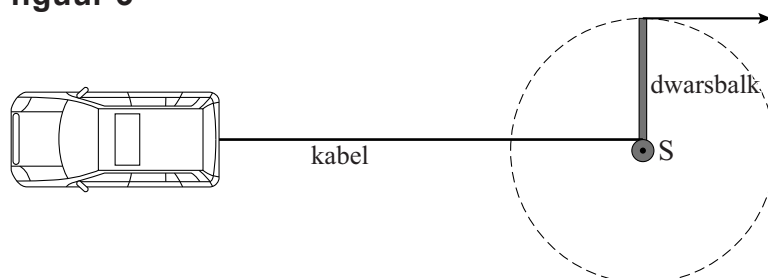
De planken maken een hellingshoek α met de bodem. Op de auto werken in deze situatie een spankracht, een normaalkracht en een kracht F recht omlaag. De kracht F is de resultante van de zwaartekracht omlaag en de kracht van het water op de auto omhoog. De auto wordt met constante snelheid tegen de helling naar boven getrokken.

Als de auto net is los getrokken van de bodem is de spankracht in de kabel $6,1 \cdot 10^3$ N. Een deel van figuur 2 staat op schaal op de uitwerkbijlage. De spankracht en de werklijn van F zijn hierin getekend vanuit het zwaartepunt Z .

- 4p 24 Voer de volgende opdrachten uit op de uitwerkbijlage:
- Construeer de kracht F en de normaalkracht vanuit punt Z .
 - Bepaal de grootte van F met behulp van deze constructie.

De lengte van het uiteinde van de balk tot het draaipunt S is 5,0 m. De as heeft een diameter van 18 cm. Zie het bovenaanzicht in figuur 3.

figuur 3



In het begin duwt één man tegen het uiteinde van de balk. Zie de krachtvector in figuur 3. Deze figuur is niet op schaal.

De spankracht in de kabel is op dat moment $6,1 \cdot 10^3$ N.

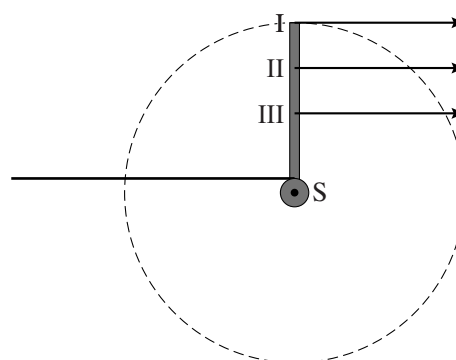
- 3p **25** Bereken de kracht waarmee de man tegen het uiteinde van de balk moet duwen om deze spankracht te kunnen leveren.

De kabel is gemaakt van koolstofstaal met een elasticiteitsmodulus van $0,20 \cdot 10^{12} \text{ N m}^{-2}$ ($1 \text{ N m}^{-2} = 1 \text{ Pa}$). De spankracht is $6,1 \cdot 10^3$ N. Tijdens het spannen rekt de kabel uit. De kabel heeft een doorsnede met een oppervlakte van 80 mm^2 en een beginlengte van 15 m.

- 4p **26** Bereken de lengteverandering van de kabel tijdens het spannen.

Naarmate de auto verder uit het water komt, wordt de verticale kracht F op de auto groter en is er een grotere spankracht nodig. Daarom moeten drie mannen tegen de balk duwen op de plaatsen I, II en III. Zie figuur 4.

figuur 4



- 1p **27** Welke man loopt met de grootste snelheid?

- A man I
- B man II
- C man III
- D ledere man loopt met dezelfde snelheid

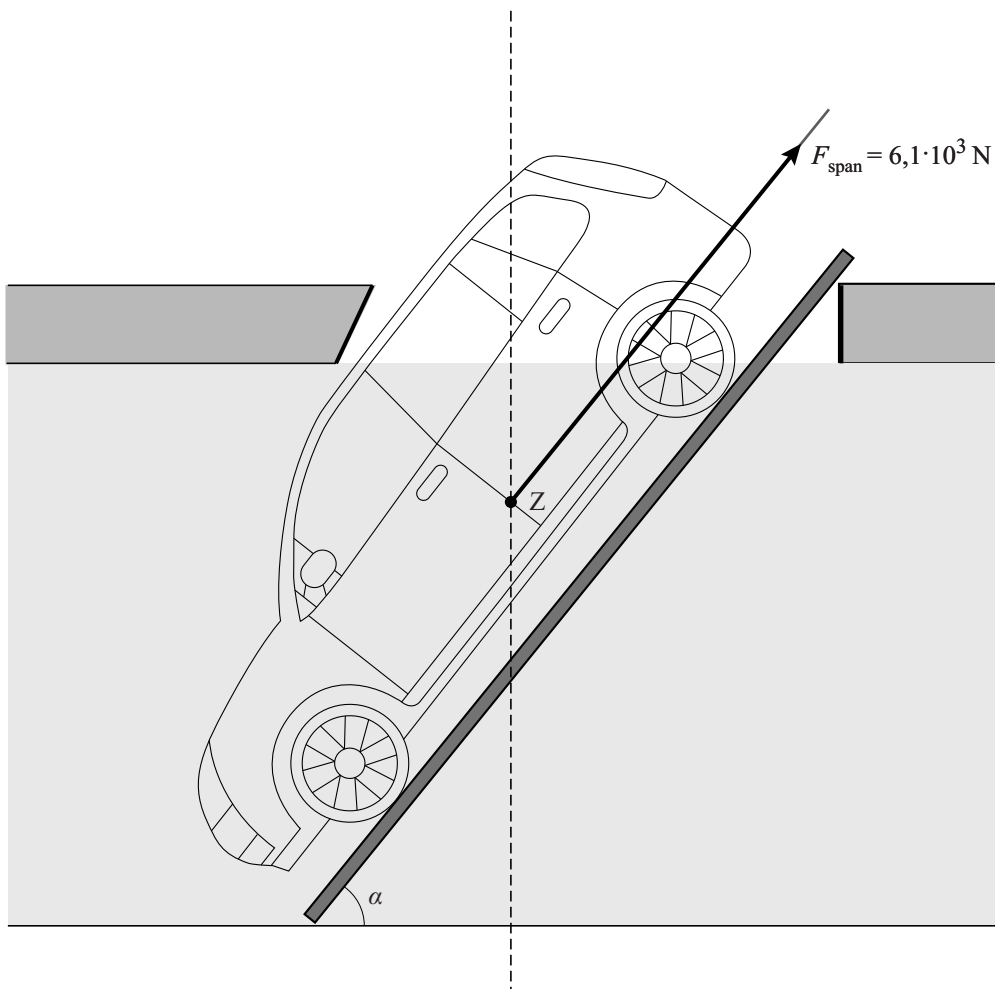
vraag 28 overslaan !

- 1p 28 De drie mannen leveren ieder een even grote arbeid.
Welke man duwt met de grootste kracht?
- A man I
 - B man II
 - C man III
 - D ledere man duwt met een even grote kracht.

- 3p 29 In het ontwerp zijn verschillende veranderingen mogelijk. In de tabel op de uitwerkbijlage staan enkele voorstellen voor veranderingen.
Kruis in de tabel per verandering aan of de kracht die één man op het einde van de dwarsbalk moet uitoefenen om de auto uit het ijs te takelen groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.

uitwerkbijlage

24



Bepaling:

.....

.....

.....

- 29 Kruis in de tabel per verandering aan of de kracht die één man op het einde van de dwarsbalk moet uitoefenen om de auto uit het ijs te takelen groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.

verandering in ontwerp	de kracht die één man aan het einde van de balk moet uitoefenen:		
	wordt groter	wordt kleiner	blijft gelijk
langere dwarsbalk			
kleinere hellingshoek			
dikkere as			
langere kabel			