

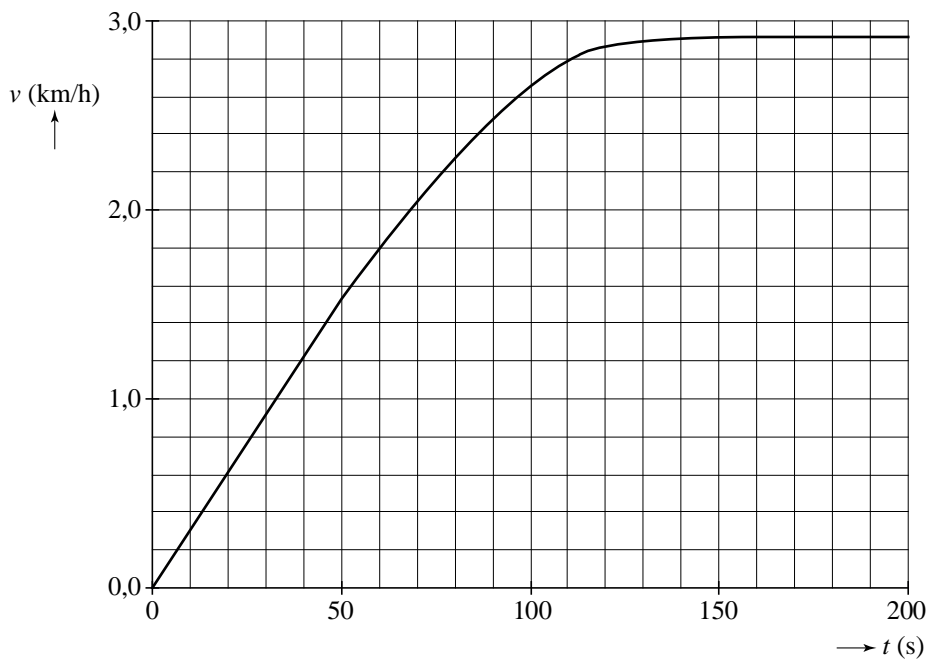
### Opgave 1 Vooruitgang



In de jaren '30 van de vorige eeuw kende Nederland een periode van grote armoede. Zelfs kinderen moesten worden ingezet om zwaar werk te doen. Op de foto is te zien hoe twee schipperskinderen het schip 'de Vooruitgang' van hun ouders voorttrekken. De kinderen moesten het schip vanuit stilstand in beweging brengen en trokken het schip dan urenlang door de trekvaarten om op de plaats van bestemming aan te komen.

Het  $(v, t)$ -diagram van het op gang brengen van het schip is in figuur 1 weergegeven.

figuur 1



4p 1 Bepaal hoeveel meter het schip in de eerste 150 s heeft afgelegd.

De massa van het schip is  $50 \cdot 10^3$  kg.

4p 2 Bepaal de grootte van de resulterende kracht op het schip gedurende de eerste 30 s.

# Eindexamen natuurkunde havo 2011 - II

havovwo.nl

---

Vanaf  $t = 150$  s beweegt het schip met een constante snelheid.

1p **3** Hoe groot is dan de resulterende kracht op het schip?

De boot en de kinderen oefenen krachten op elkaar uit. De kracht die de kinderen samen op de boot uitoefenen is gelijk aan  $F_A$ . De kracht van de boot op de kinderen is gelijk aan  $F_B$ .

2p **4** Leg uit of de grootte van  $F_A$  kleiner, gelijk, of groter is dan de grootte van  $F_B$ .

Op de uitwerkbijlage staat een kaart van het netwerk van trekvaarten in Nederland. De trekvaart tussen Arnhem en Nijmegen is in werkelijkheid 20 km lang.

De kinderen trekken het schip met een gemiddelde snelheid van 2,9 km/h van Gouda naar Leiden.

3p **5** Bepaal met behulp van de uitwerkbijlage hoeveel uur deze reis duurt.

Bij een constante snelheid van 2,9 km/h leveren de kinderen samen een vermogen van 0,27 'paardenkracht'. Eén paardenkracht is gelijk aan 736 W.

3p **6** Toon aan dat de wrijvingskracht op de boot bij die snelheid 0,25 kN is.

Op een bepaalde dag trekken de kinderen de boot gedurende 5,0 uur voort met een constante snelheid van 2,9 km/h. De energie die hiervoor nodig is komt uit voeding. Van de energie uit deze voeding wordt 25% omgezet in arbeid.

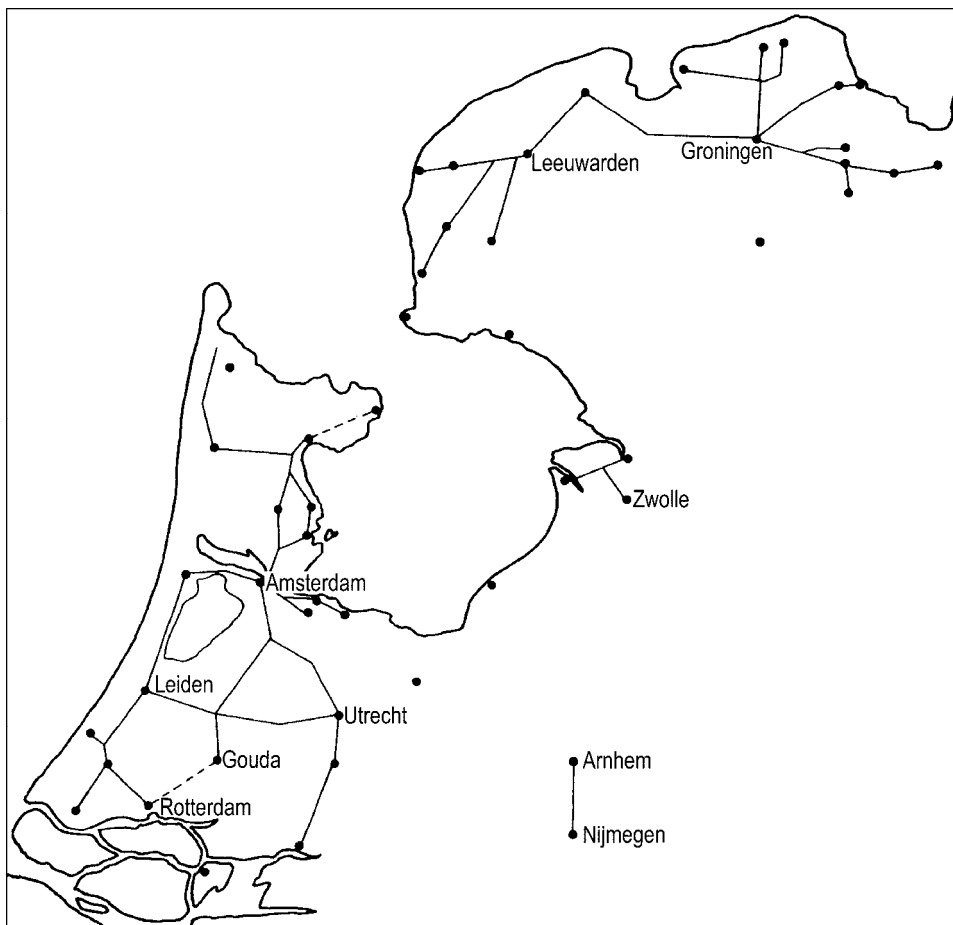
4p **7** Bereken hoeveel kilogram gekookte aardappelen de kinderen samen zouden moeten eten om de benodigde hoeveelheid arbeid op die dag te kunnen verrichten. Gebruik hierbij tabel 82A van Binas.

Als de kinderen het eindpunt naderen, stoppen ze met trekken en laten ze de boot uitdrijven zodat het schip tot stilstand komt. De gemiddelde wrijvingskracht tijdens het afremmen is 0,10 kN.

3p **8** Bereken, met behulp van de kinetische energie van de boot, de afstand die de boot dan nog aflegt.

uitwerkbijlage

5



Trekvaartnetwerk na 1655