

### Opgave 3 Loopbrug

Professor Barrett en twee studenten staan op een loopbrug en bewegen ritmisch op en neer met een bepaalde frequentie. Daardoor komt de hele brug in trilling. Deze situatie is gefilmd. Op de uitwerkbijlage staat een serie beelden uit die film. Bekijk deze beelden (serie 1) voordat je verder leest.

Aan de beweging van de rechervoet van professor Barrett is een videometing gedaan. Het bijbehorende  $(s,t)$ -diagram is in figuur 1 afgedrukt.

- 2p **14** Bepaal de amplitudo van de trilling die de voet van de professor uitvoert.

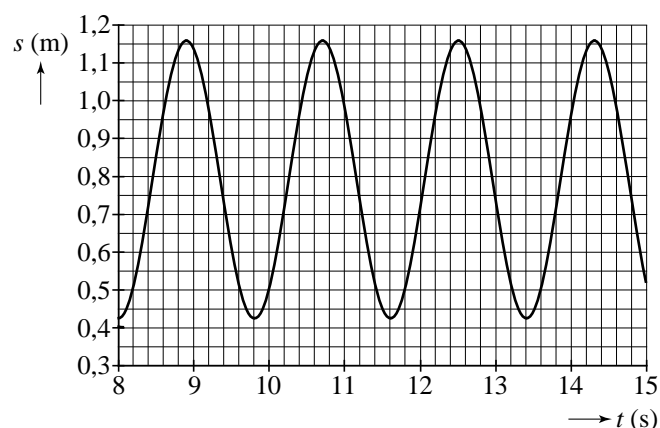
De frequentie van de trilling van de voet is gelijk aan 0,56 Hz.

- 2p **15** Toon dat aan met behulp van figuur 1.

Figuur 1 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

- 4p **16** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale snelheid van de voet.

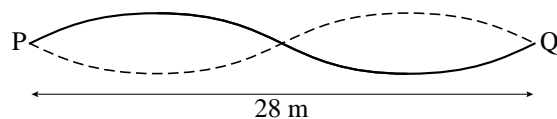
**figuur 1**



De brug is ook van opzij gefilmd terwijl de professor en de studenten weer met een frequentie van 0,56 Hz op en neer bewegen. Ook van deze film staan op de uitwerkbijlage twee beelden. Bekijk deze beelden (serie 2) voordat je verder leest.

Door de beweging van de professor en de studenten worden in de brug lopende golven opgewekt die tegen de vaste uiteinden P en Q van de brug weerkaatsen. Bij deze frequentie ontstaat dan de staande golf waarvan in figuur 2 de uiterste standen schematisch zijn weergegeven. Deze figuur is niet op schaal. De lengte van de brug is 28 m.

**figuur 2**



- 3p **17** Bereken de voortplantingssnelheid van de lopende golven in de brug.

Op een andere film bewegen de professor en de studenten met een hogere frequentie op en neer. Op die manier kunnen ze staande golven in de brug opwekken met meer buiken en knopen. Zie figuur 3. Op deze film bewegen zij met een frequentie van 0,84 Hz. Op de uitwerkbijlage zijn de vaste uiteinden P en Q van de brug getekend.

- 3p **18** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de uiterste standen van de staande golf die bij deze frequentie in de brug ontstaat. Licht je tekening toe met een berekening of een redenering.

figuur 3



Aan beide kanten van de brug staat een waarschuwbord met de tekst:

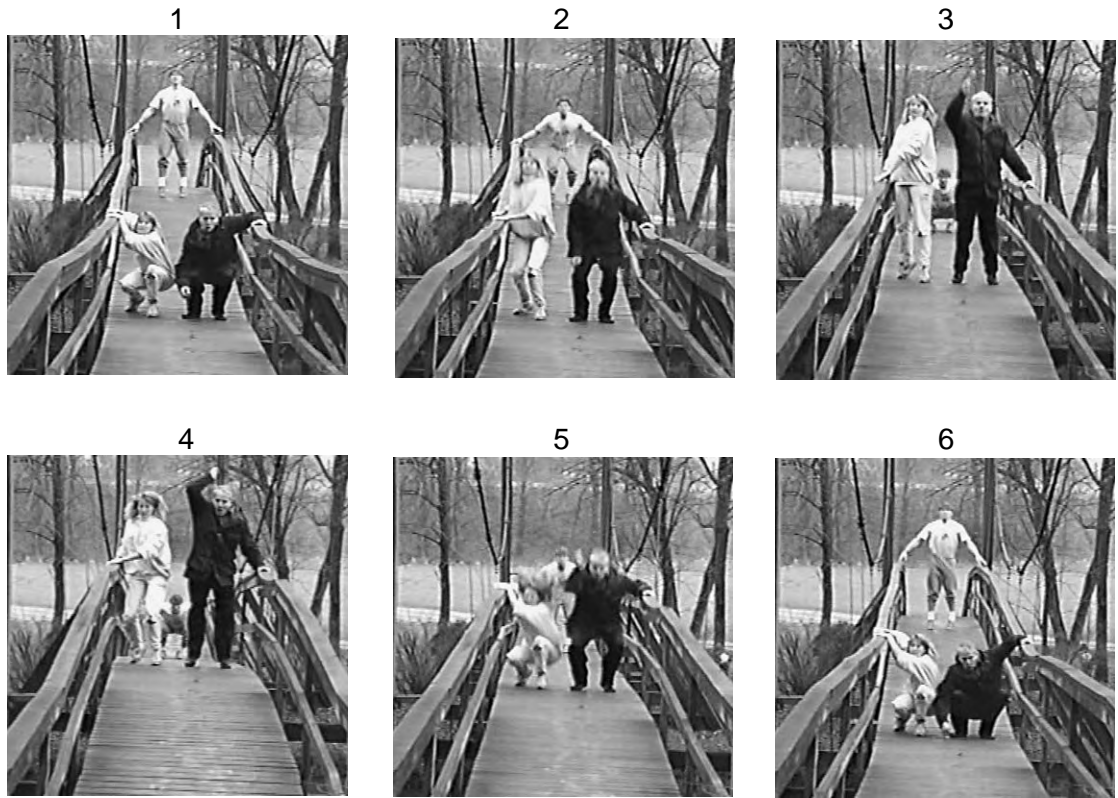
*Indien u met meerdere personen tegelijk over deze brug wilt lopen, is het veiliger om uit de pas te lopen! <sup>1)</sup>*

noot 1 Marcherende soldaten lopen *in* de pas. 'Uit de pas lopen' betekent juist niet in de pas lopen.

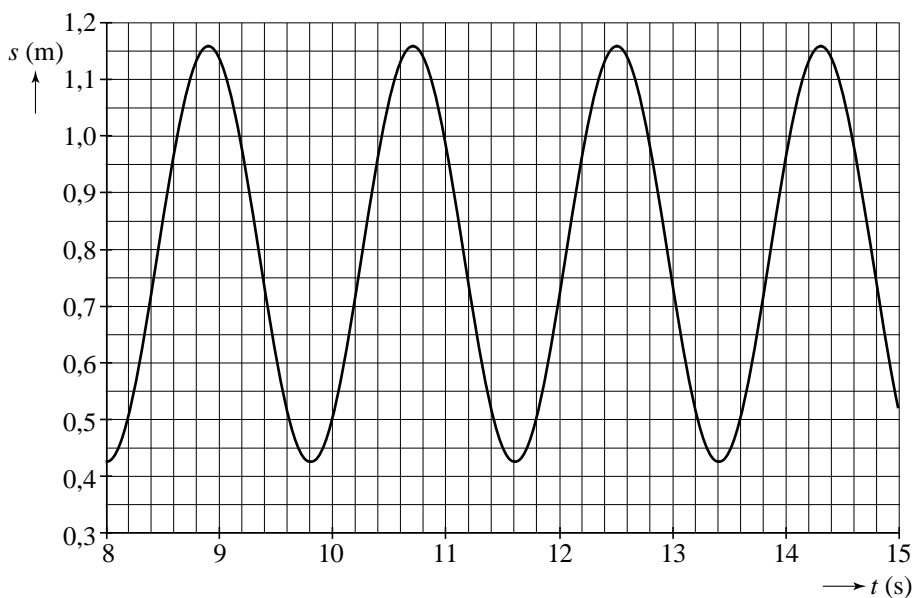
- 1p **19** Leg uit waarom dat een goed advies is.

**uitwerkbijlage**

**serie 1**



16



ruimte voor de bepaling van de maximale snelheid van de voet:

.....

.....

.....

serie 2



18

P•

•Q

ruimte voor een toelichting:

.....

.....

.....