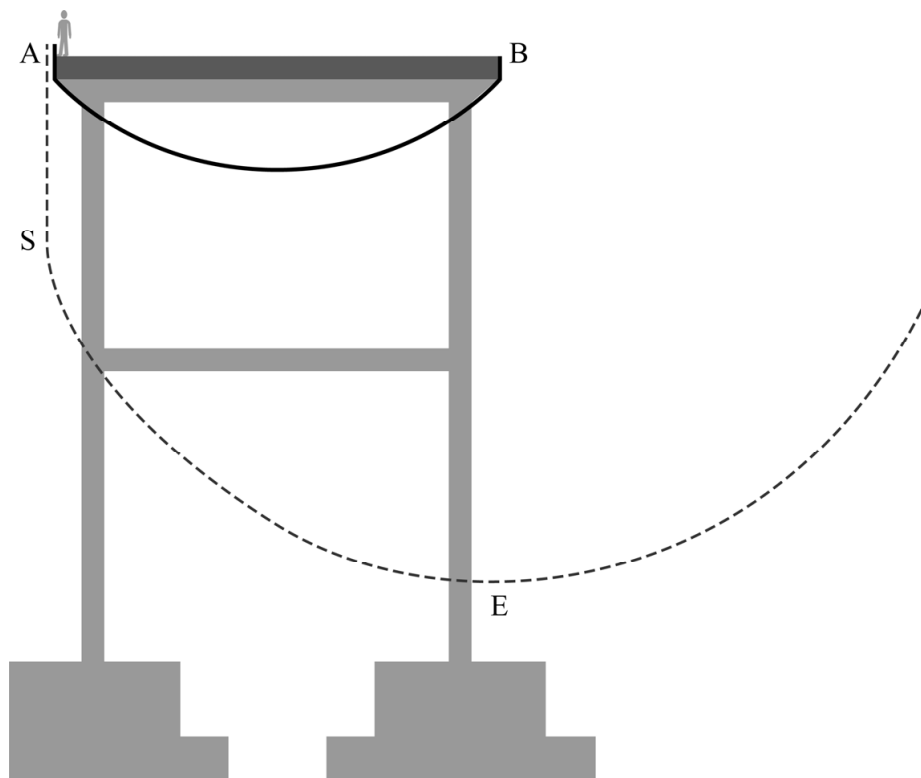


## Schommelsprong

Een schommelsprong is een stunt waarbij een springer aan een speciaal touw van een brug springt. Het touw hangt onder de brug door en is aan de andere zijde bevestigd. Na een korte val recht omlaag gaat de springer daardoor over in een schommelbeweging. Zie de figuren op de uitwerkbijlage.

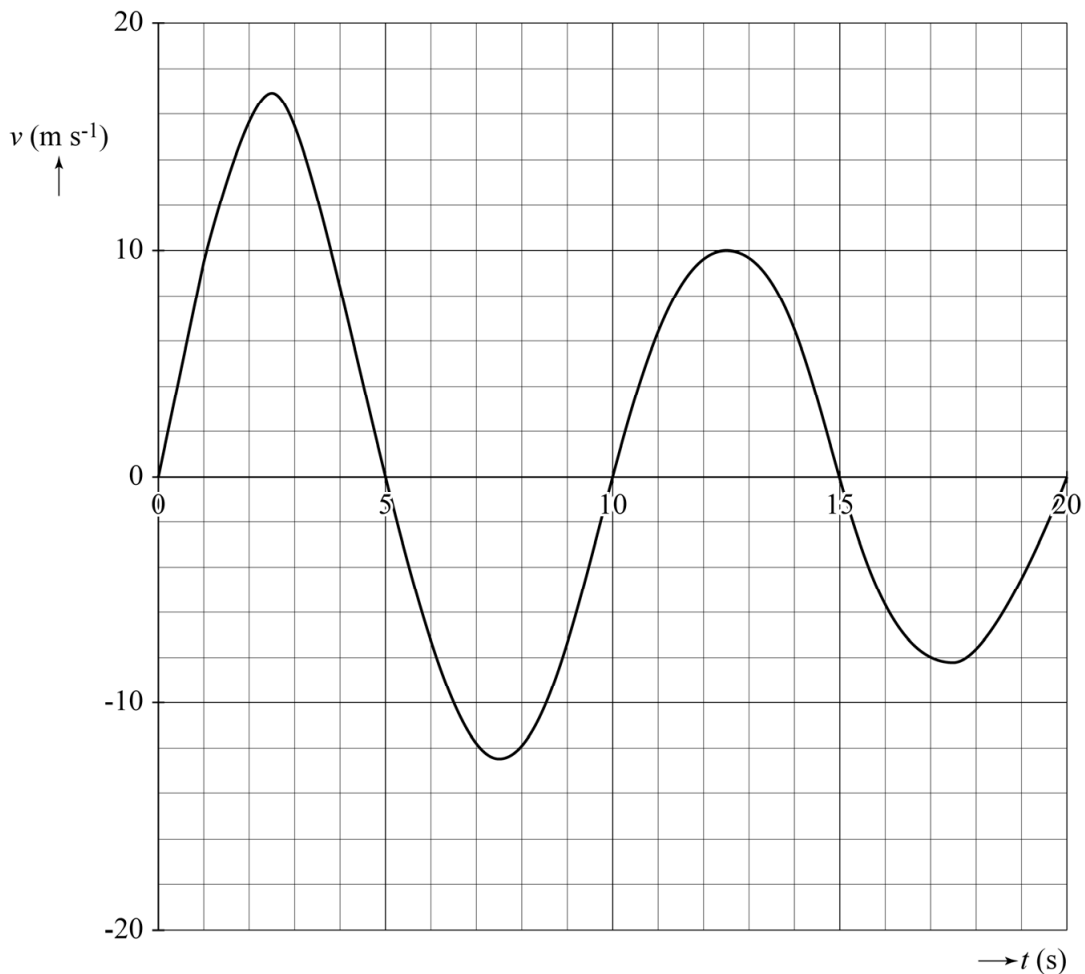
In figuur 1 zijn schematisch de beginsituatie en de baan van de beweging getekend. Er wordt gesprongen vanaf punt A. Het touw zit vast in punt B. In het laagste punt van de baan gaat de springer door evenwichtsstand E.

**figuur 1**



Lara voert voor een praktische opdracht metingen uit aan een video van een vrouw die een schommelsprong maakt. Uit de videometing volgt het  $(v, t)$ -diagram in figuur 2. Hierbij is de grootte van de snelheid positief weergegeven op de heenweg (van S richting E) en negatief op de terugweg (van E richting S).

**figuur 2**



De schommelsprong begint met een val totdat het touw strak staat. Daarna gaat de beweging over in een schommelbeweging. Zie punt S in figuur 1. Een deel van figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

- 3p **10** Bepaal de afstand van de val met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage.

Op het moment dat de springer voor de eerste keer in het laagste punt van de baan door de evenwichtsstand E slingert, is de spankracht in het touw maximaal. Deze maximale spankracht  $F_{s \max}$  is op dat moment te bepalen met de volgende formule:

$$F_{s \max} = F_z + F_{\text{mpz}}$$

De springer ( $m = 60 \text{ kg}$ ) gaat met een snelheid van  $16,8 \text{ m s}^{-1}$  door de evenwichtsstand E. Het touw heeft een lengte van 18 m.

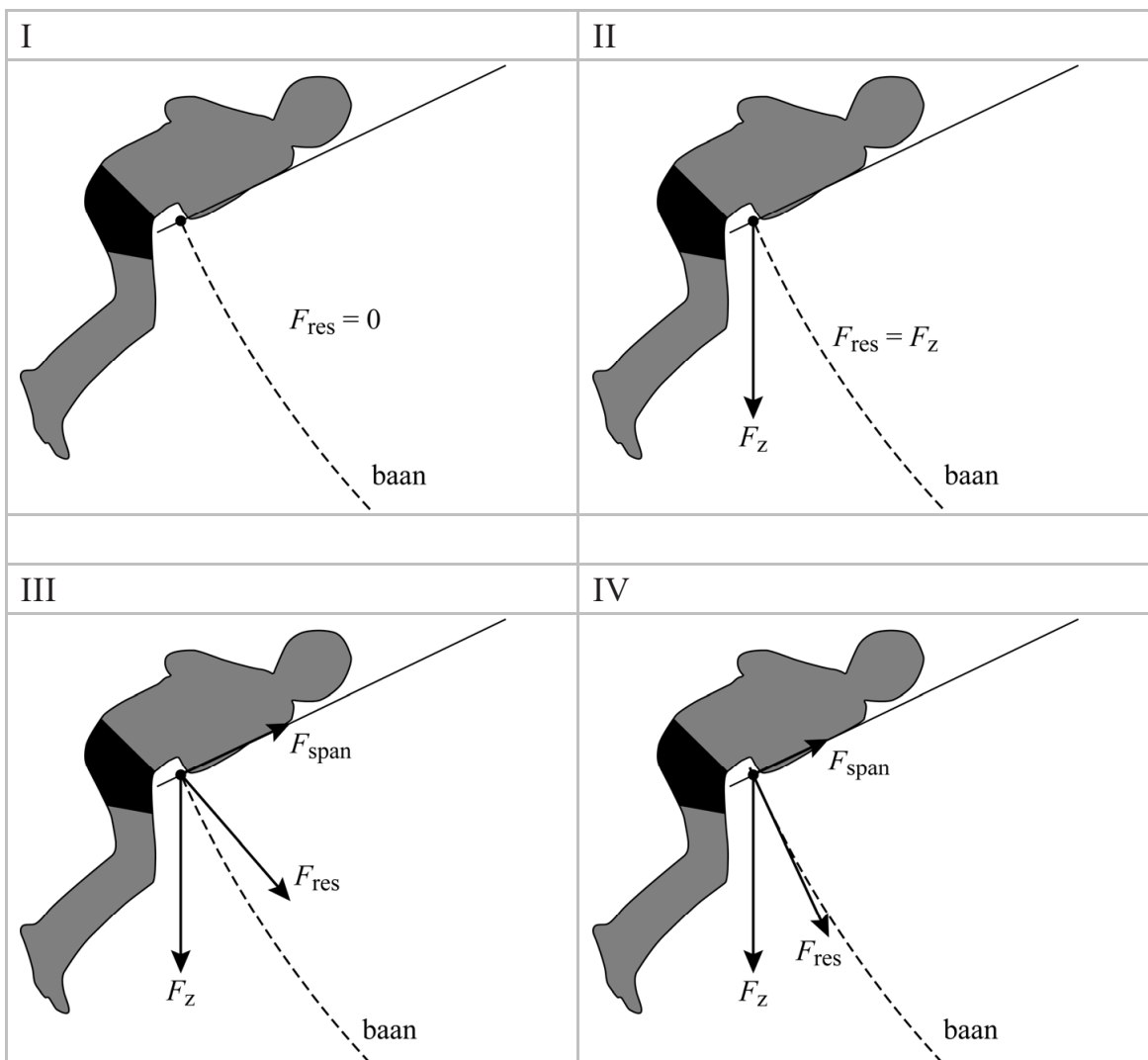
- 3p **11** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bereken met behulp van de snelheid de grootte van de middelpuntzoekende kracht.
  - Toon aan dat de maximale spankracht gelijk is aan  $1,5 \cdot 10^3 \text{ N}$ .

Bergbeklimmers gebruiken speciaal touw om veilig te kunnen klimmen. Een veelgebruikt klimmerstouw heeft een diameter van 10 mm en een treksterkte van  $2,4 \cdot 10^8 \text{ N m}^{-2}$ . Volgens de fabrikant mag het touw niet zwaarder belast worden dan 20% van de treksterkte. Lara vraagt zich af of dat touw ook sterk genoeg is voor deze schommelsprong met een maximale spankracht van  $1,5 \cdot 10^3 \text{ N}$ .

- 4p 12 Toon aan of dit touw sterk genoeg is voor de schommelsprong die Lara heeft onderzocht.

In de uiterste standen van de schommelbeweging is de snelheid nul. In figuur 3 staan vier verschillende opties voor de kracht of krachten op de springer in de uiterste stand. Voor alle krachten is het bevestigingspunt van het touw als aangrijpingspunt gebruikt. De baan waarlangs de springer beweegt, is ook weergegeven.

figuur 3



- 1p 13 Geef aan welke optie (I, II, III of IV) de resulterende kracht het best weergeeft.

De springer heeft een massa van 60 kg. Ze ondervindt luchtwrijving waardoor ze afgeremd wordt. De rek in het touw wordt hier verwaarloosd.

- 4p   **14**   Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de arbeid die de luchtwrijvingskracht heeft verricht tussen het passeren van de evenwichtsstand op tijdstippen  $t_p$  en  $t_q$ .