

Opgave 2 Een sprong bij volleybal

Bij volleybal springt een

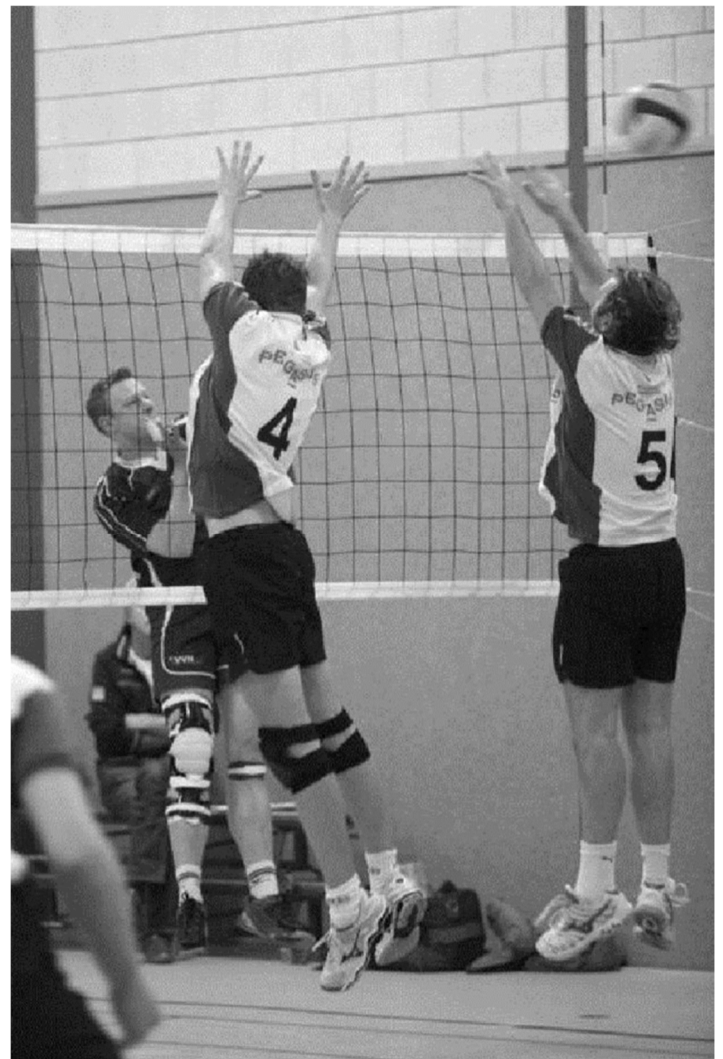
figuur 1

speler vaak uit stand recht omhoog.
Zie figuur 1.

De verticale snelheid van het zwaartepunt van een volleyballer tijdens de afzet en de daaropvolgende beweging los van de grond is weergegeven in figuur 2.

Tijdens de sprong zijn de 'afzetkracht' en de zwaartekracht van belang. De afzetkracht is de kracht van de grond op de volleyballer tijdens de afzet.

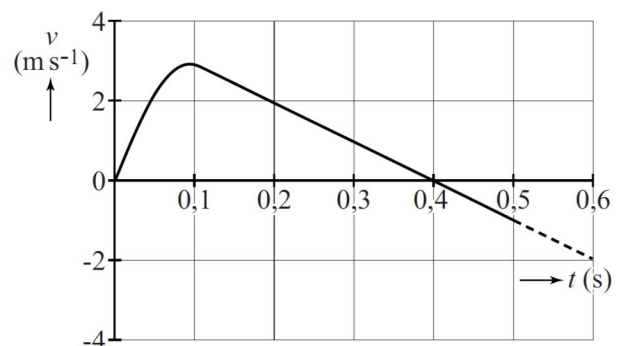
We verwaarlozen in deze opgave de luchtweerstand. De volleyballer heeft een massa van 75 kg. Figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.



- 4p **5** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de maximale afzetkracht op de volleyballer.

- 3p **6** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage het hoogteverschil van het zwaartepunt van de volleyballer tussen het begin van de afzet en het hoogste punt.

figuur 2

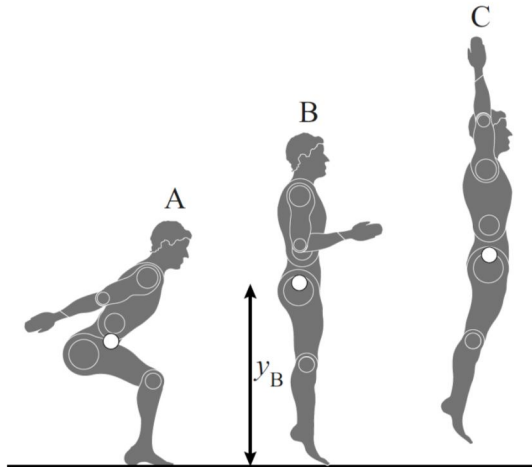


Bij de studie bewegingswetenschappen wordt zo'n verticale sprong bestudeerd. Daarbij wordt een computermodel gebruikt van een **andere** sprong dan de sprong van figuur 2.

Een sprong bestaat uit een afzet en een beweging los van de grond. Drie momenten van een sprong staan in figuur 3 weergegeven.

Figuur 3 is niet op schaal

figuur 3



- In positie A is de springer maximaal door zijn knieën gezakt. Dit noemen we het begin van de sprong.
- In positie B komt de springer los van de grond.
- In positie C bevindt de springer zich in het hoogste punt.

Het afzetten wordt vergeleken met het ontspannen van een gespannen veer. Daarbij geldt voor de grootte van de afzetkracht:

$$F_{afzet} = Cu = C(y_B - y).$$

Hierin is:

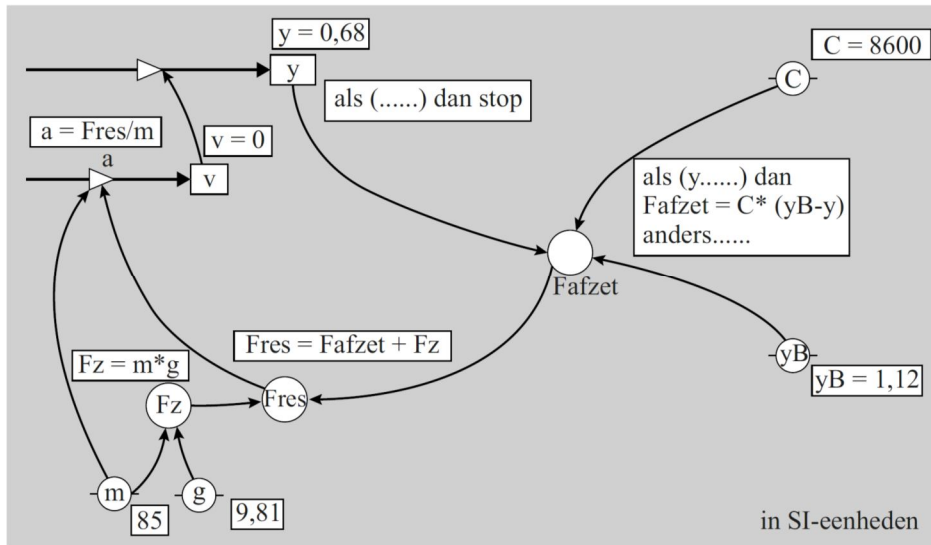
- C de veerconstante,
- u de uitwijking vanaf de evenwichtsstand,
- y de hoogte van het zwaartepunt boven de grond,
- y_B de hoogte van het zwaartepunt op het moment dat de springer loskomt van de grond.

Het computermodel is op twee manieren weergegeven in de figuren 4a en 4b. Je kunt één van de twee manieren kiezen. In elk model zijn drie regels opengelaten.

figuur 4a

model	startwaarden (in SI-eenheden)
$F_z = -m * g$ als ($y \dots$) dan $F_{afzet} = C * (y_B - y)$ anders eindals $F_{res} = F_{afzet} + F_z$ $a = F_{res} / m$ $v = v + a * dt$ $y = y + v * dt$ $t = t + dt$ als (.....) dan stop eindals	$t = 0$ $dt = 0,001$ $y = 0,68$ $v = 0$ $m = 85$ $g = 9,81$ $C = 8600$ $y_B = 1,12$

figuur 4b



Het model moet aan de volgende eisen voldoen:

- De afzetkracht wordt voor alle waarden van y correct beschreven.
- Op het hoogste punt (positie C in figuur 3) stopt het model.

3p **7** Figuur 4a en figuur 4b staan ook op de uitwerkbijlage. Vul in de figuur op de uitwerkbijlage het model zo aan dat aan bovenstaande eisen wordt voldaan. (Kies één van de twee manieren.)

Een wetenschapper wil het model uitbreiden om ook de energieën van een springer tijdens zijn sprong te beschrijven. Hierbij wordt de beschikbare energie tijdens de afzet, afzetenergie E_{afzet} , vergeleken met de energie in een gespannen veer.

2p **8** Welke formule voor de afzetenergie E_{afzet} moet de wetenschapper hiervoor aan het model toevoegen? Gebruik hiervoor de grootheden uit het model.

Op de uitwerkbijlage staat een diagram met de resultaten van het uitgebreide model van de afzetenergie tegen de tijd weergegeven.

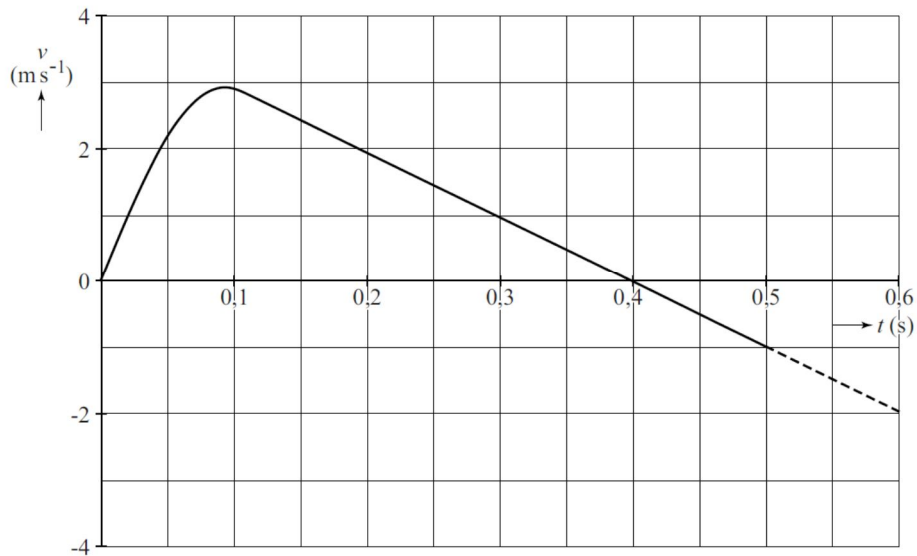
2p **9** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage op welk tijdstip het vermogen van de springer maximaal is.

Op de uitwerkbijlage staan in een diagram de zwaarte-energie en de afzetenergie van de springer weergegeven.

4p **10** Voer de volgende opdrachten uit:

- Bepaal in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de kinetische energie op $t = 0,18$ s.
- Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het verloop van de kinetische energie tegen de tijd.

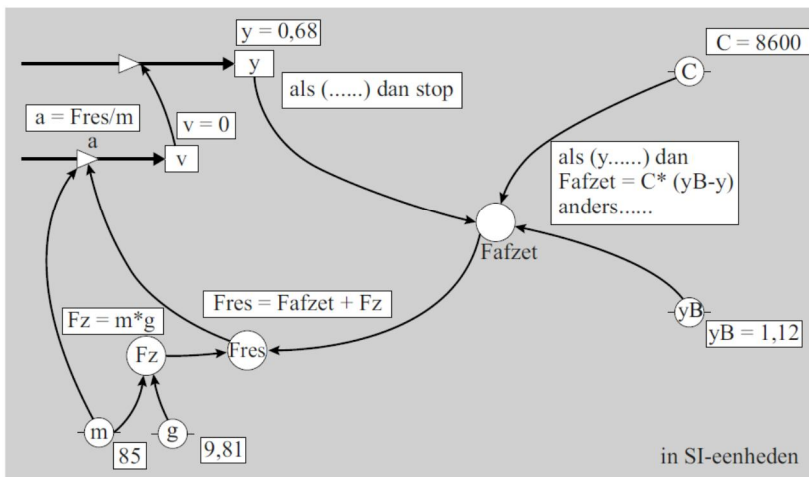
vraag 5, 6



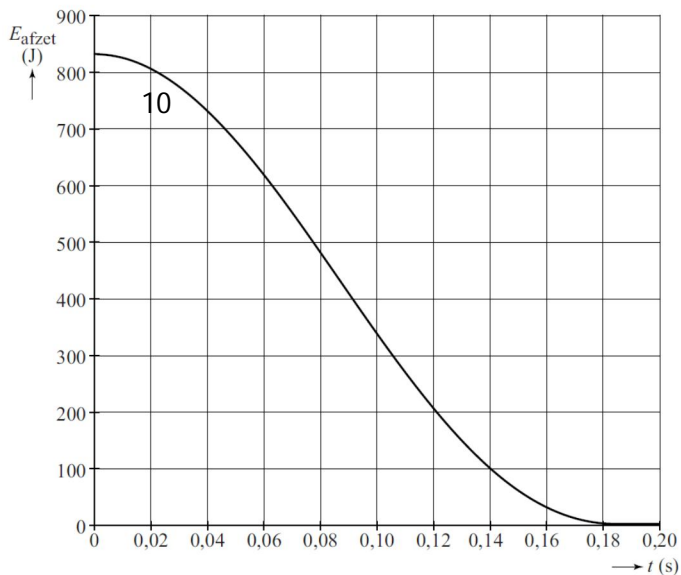
vraag 7

Vul het model zó aan dat aan bovenstaande eisen wordt voldaan.
(Kies één van de twee manieren.)

model	startwaarden (in SI-eenheden)
$Fz = -m * g$ als (y.....) dan $Fafzet = C * (yB - y)$ anders eindals $Fres = Fafzet + Fz$ $a = Fres / m$ $v = v + a * dt$ $y = y + v * dt$ $t = t + dt$ of als (.....) dan stop eindals	$t = 0$ $dt = 0,001$ $y = 0,68$ $v = 0$ $m = 85$ $g = 9,81$ $C = 8600$ $yB = 1,12$



vraag 9



vraag 10

