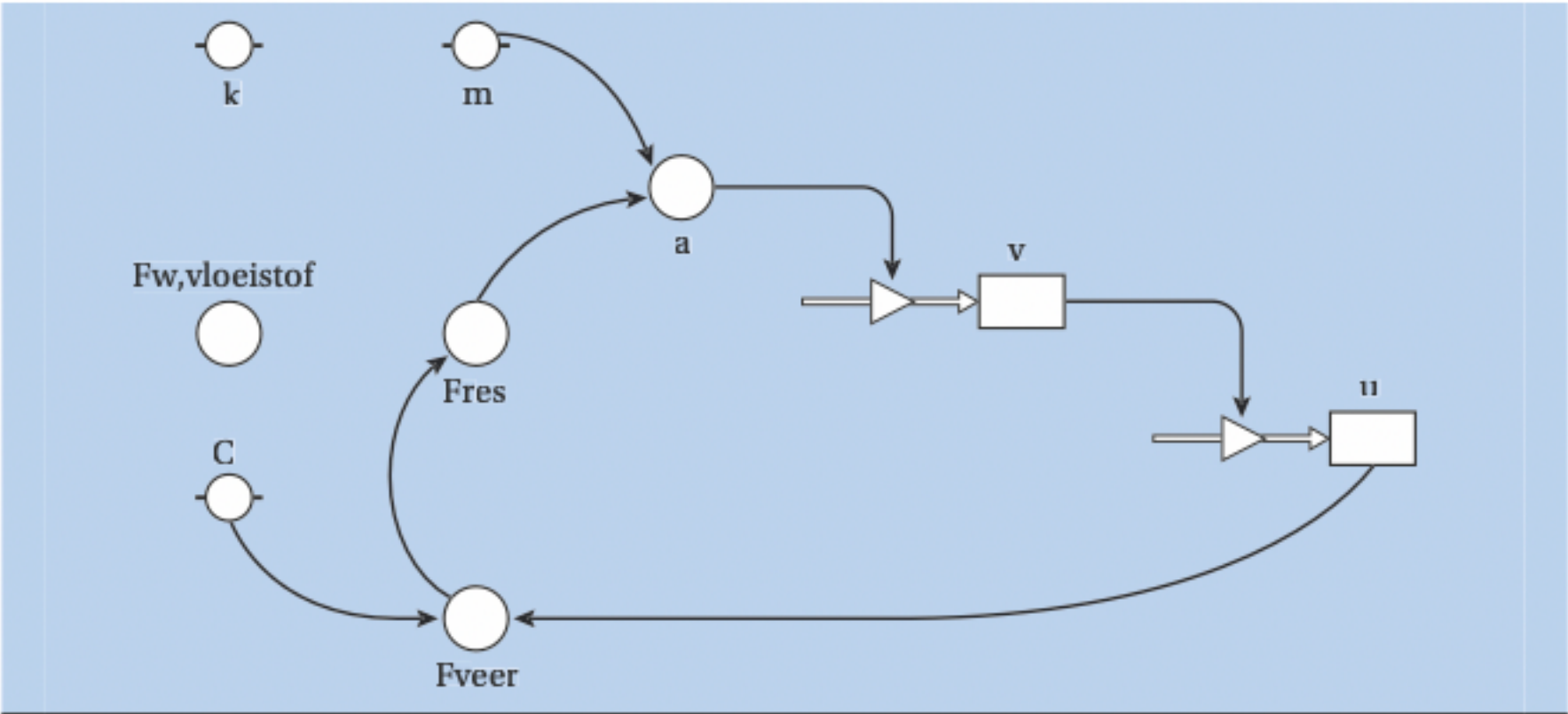


- 14 Gebruik het model *veer_met_wrijving* bij het beantwoorden van deze opgave.
- ad Een voorwerp met een massa $m = 0,50$ kg hangt aan een veer met veerconstante $C = 20$ N m⁻¹. Je trekt het voorwerp 5,0 cm naar beneden en laat het dan los. Als je de luchtweerstandskracht verwaarloost, voert het voorwerp een harmonische trilling uit.
- a Bereken de trillingstijd T .
- Kavish heeft een model gemaakt waarin hij geen rekening hoeft te houden met de uitrekking van de veer door de zwaartekracht. Zie figuur 9.30 en tabel 9.2.



Figuur 9.30

Modelregels	Startwaarden (SI)
$a = F_{res}/m$	$u = -0,05$
$F_{veer} = -C \cdot u$	$m = 0,50$
$F_{res} = F_{veer}$	$C = 20$
$v = v + a \cdot dt$	$v = 0$
$u = u + v \cdot dt$	$t = 0$
$t = t + dt$	$dt = 0,0001$

Tabel 9.2

Het model berekent dezelfde trillingstijd als het antwoord bij vraag a.

- b Toon dat aan met behulp van een diagram in Coach.
- c Leg met behulp van het grafisch model uit dat de resulterende kracht en de uitwijking tegengesteld gericht zijn.

Laat je het voorwerp in een stroperige vloeistof trillen, dan werkt er een weerstandskracht die recht evenredig is met de snelheid: $F_{w,vloeistof} = k \cdot v$.

In figuur 9.30 ontbreken de relatiepijlen om de invloed van $F_{w,vloeistof}$ te onderzoeken.

- d Voeg deze relatiepijlen toe aan figuur 9.30.

Om de weerstandskracht te verwerken, moet de definitie van F_{res} worden aangepast.

Je kunt kiezen uit $F_{res} = F_{veer} + F_{w,vloeistof}$ en $F_{res} = F_{veer} - F_{w,vloeistof}$.

- e Leg uit dat de tweede mogelijkheid de juiste is.
- f Onderzoek met behulp van het model welke waarde k minstens moet hebben zodat de amplitude van de trilling na 30 s kleiner dan 0,5 mm is.

Opgave 14

- a De trillingstijd bereken je met de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$$

$$m = 0,50 \text{ kg}$$

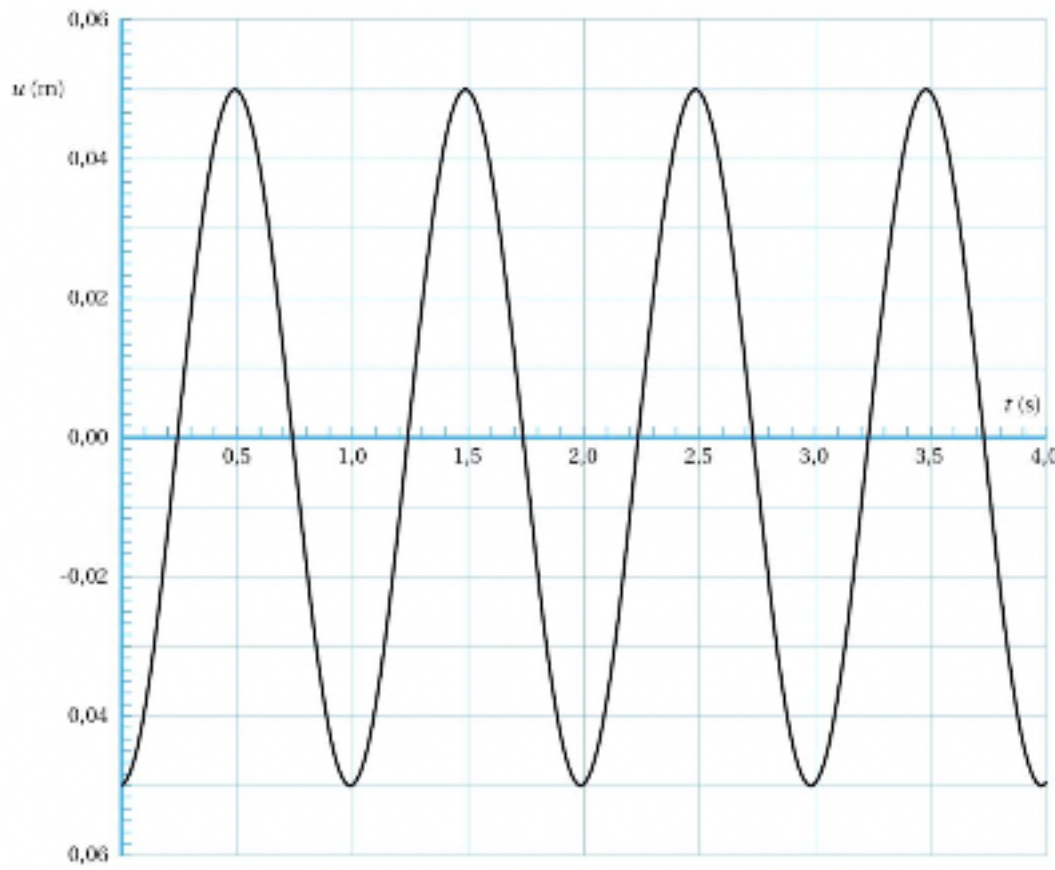
$$C = 20 \text{ N m}^{-1}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{0,50}{20}}$$

$$T = 0,993 \text{ s}$$

$$\text{Afgerond: } T = 0,99 \text{ s.}$$

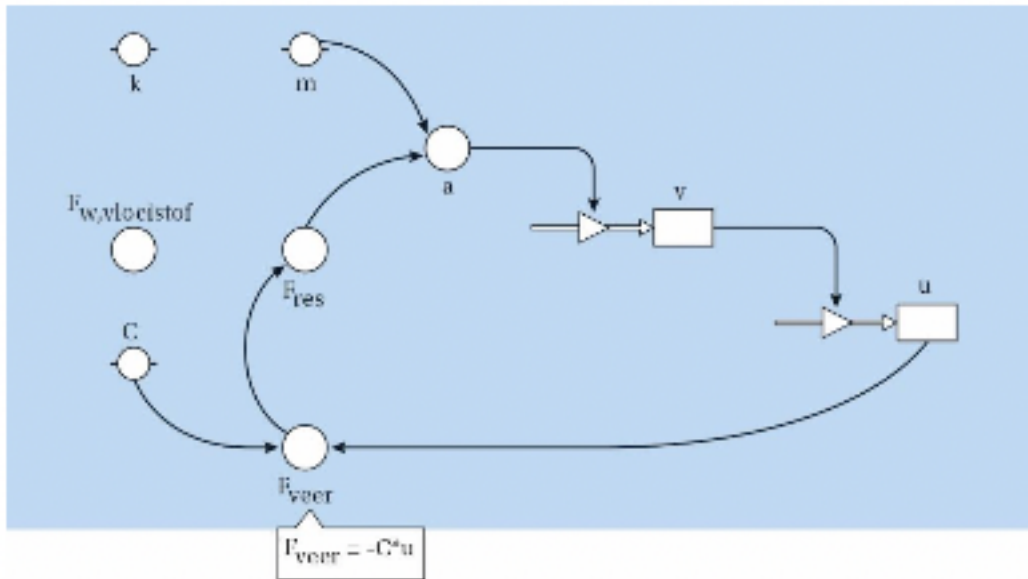
- b Het model geeft het (u,t) -diagram van figuur 9.6. Je ziet dat de trillingstijd iets kleiner is dan 1,0 s. Voor grotere nauwkeurigheid lees je meer periodes af, of je gebruikt de optie 'uitlezen'.



Figuur 9.6

- c Dat de resulterende kracht en de uitwijking tegengesteld gericht zijn, ga je na met de formules voor F_{veer} en F_{res} die in het grafische model zijn gebruikt.

Ga je in het Modelvenster met de cursor op 'veerkracht' staan, dan zie je figuur 9.7.



Figuur 9.7

Het minteken in $F_{veer} = -C \cdot u$ geeft aan dat de veerkracht en de uitwijking tegengesteld gericht zijn.

Ga je vervolgens met de cursor op 'Fres' staan dan zie je $F_{res} = F_{veer}$.

Hier zie je geen minteken. Dus de resulterende kracht is ook tegengesteld gericht aan de uitwijking.

Zie figuur 9.8.