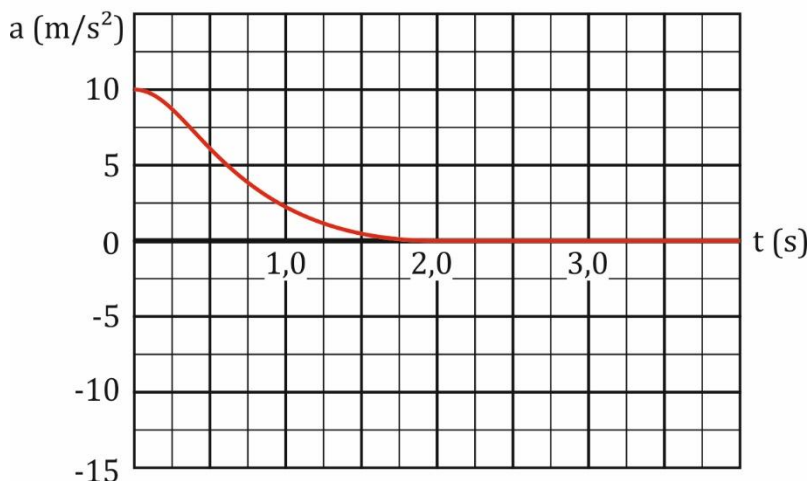
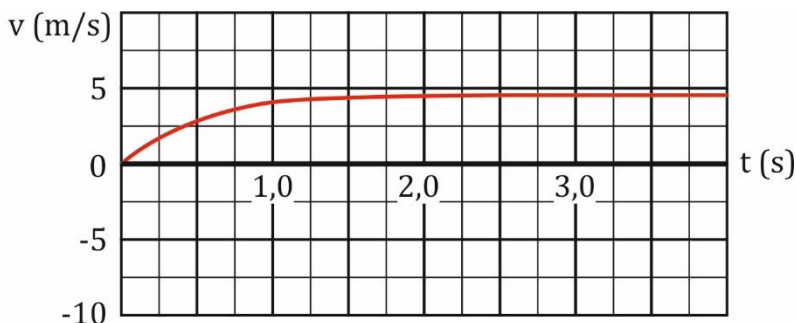


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Opgave 1

Onderstaand model beschrijft een valbeweging met luchtwrijving.

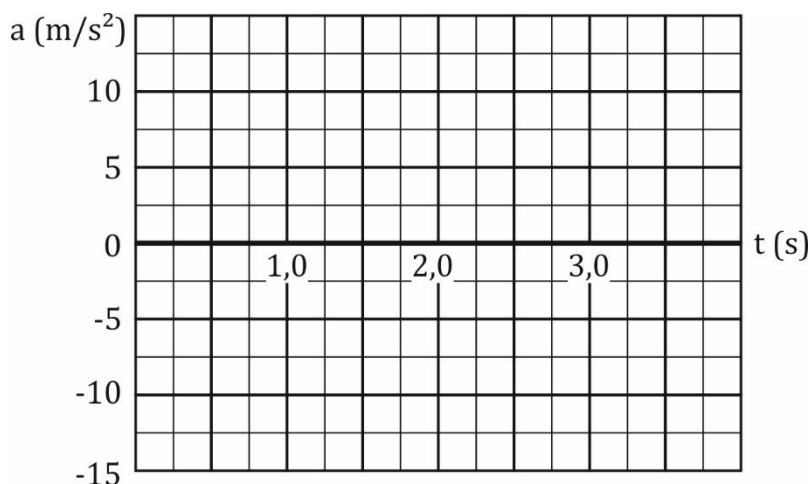
Modelregels	Startwaarden
$F_w = c \cdot v^2$	$m = 1,0$
$F_r = F_z - F_w$	$g = 10$
$a = F_r/m$	$F_z = m \cdot g$
$dy = v \cdot dt$	$c = 0,20$
$y = y + dy$	$v = 0$
$dv = a \cdot dt$	$y = 0$
$v = v + dv$	$dt = 0,01$
$t = t + dt$	$t = 0$



Met dit model wordt een tweetal diagrammen getekend: Het (v,t) -diagram en het (a,t) -diagram. Beide diagrammen staan afgebeeld in nevenstaande afbeelding.

Vervolgens veranderen we de stapgrootte dt in 1,0 s.

Teken in onderstaande afbeelding nogmaals het (a,t) -diagram, tussen 0 s en 4 s.



Opgave 2

Met behulp van een verhuislift worden lasten, die niet via het trappenhuis kunnen worden vervoerd, via een raam naar binnen gebracht. Zie nevenstaande afbeelding.

De lift staat onder een hoek van 55° met het wegdek.

De last met een massa van 280 kg wordt met een constante snelheid van 3,0 m/s omhoog gehesen.

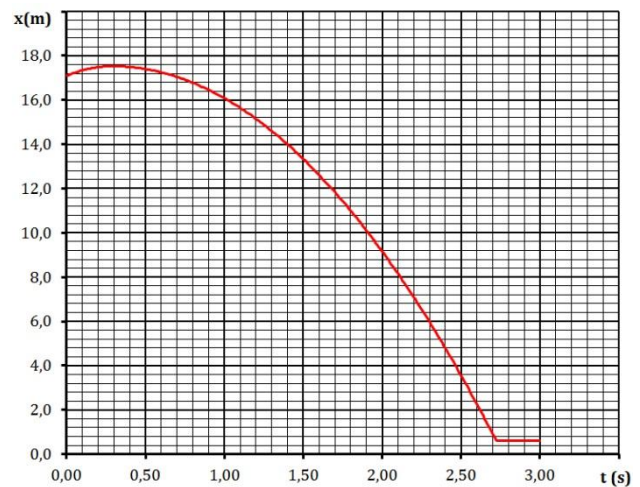
De wrijvingskracht bedraagt daarbij 650 N.

Op een gegeven moment, als de last zich op een hoogte van 14,0 m boven de grond bevindt, breekt de kabel waarmee de last omhoog gehesen wordt en dendert de last omlaag. Het beginpunt van de last (onder aan de lift) bevindt zich 50 cm boven de grond.



In nevenstaand (x,t)-diagram staat de plaats van de last langs de lift weergegeven.

Op $t = 0$ s breekt de kabel.



Een model, in Coach-Modelleren, waarmee bovenstaande grafiek kan worden gemaakt staat weergegeven in nevenstaande afbeelding. In de eerste regel. Staan twee open plekken. Op deze plekken ontbreekt een + of een – teken.

```
Modelvenster
a=(...m*g*sin(hoek)...teken(u)*Fw)/m
als .... dan
  x=x+u*dt
  u=u+a*dt
anders
  u=0
eindals
t=t+dt
m=280
g=9,81
hoek=55/180*Pi
hoogte=14
x=hoogte/sin(hoek)
u=3
Fw=550
t := 0
dt := 0,005
```

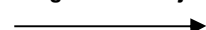
a) Maak de regel compleet.

Leg voor beide open plekken **uit** of er een + of een – moet staan.

In de “als-dan”-constructie ontbreekt de voorwaarde.

b) Geef de ontbrekende voorwaarde.

Maak zoveel mogelijk gebruik van de variabelen zoals deze reeds in het model zijn verwerkt.



Opgave 3

Lees het artikel.

Een ruimteverkenner ($m = 1,0 \text{ ton}$) die het zonnestelsel wil verlaten, moet voldoende snelheid hebben om aan de aantrekkingskracht van de zon te ontsnappen. Daarom wordt een ruimteverkenner vaak bewust dicht langs planeten gestuurd, zodat hij gebruik kan maken van de aantrekkingskracht van een bewegende planeet. Dit noemt men een 'fly-by'.
Door een fly-by langs Jupiter kregen ruimteverkenners als de Pioneers, de Voyagers en Ulysses extra snelheid om het zonnestelsel te kunnen verlaten.

Sanne en Christy bestuderen de fly-by. Daartoe stellen zij drie verschillende modellen op.

model 1

In dit model beweegt de verkenner om een stilstaande planeet. Zie nevenstaande afbeelding.

Christy beweert dat er uiteindelijk snelheidswinst ontstaat doordat de verkenner naar de planeet toe steeds sneller gaat.

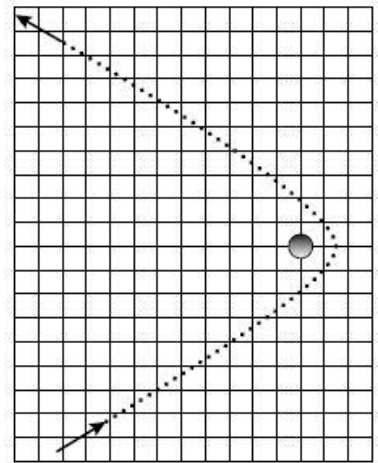
a) Waarom heeft Christy geen gelijk?

Om uiteindelijk snelheidswinst te boeken is het dus noodzakelijk dat de planeet zelf een snelheid heeft. Dit bestuderen ze in model 2.

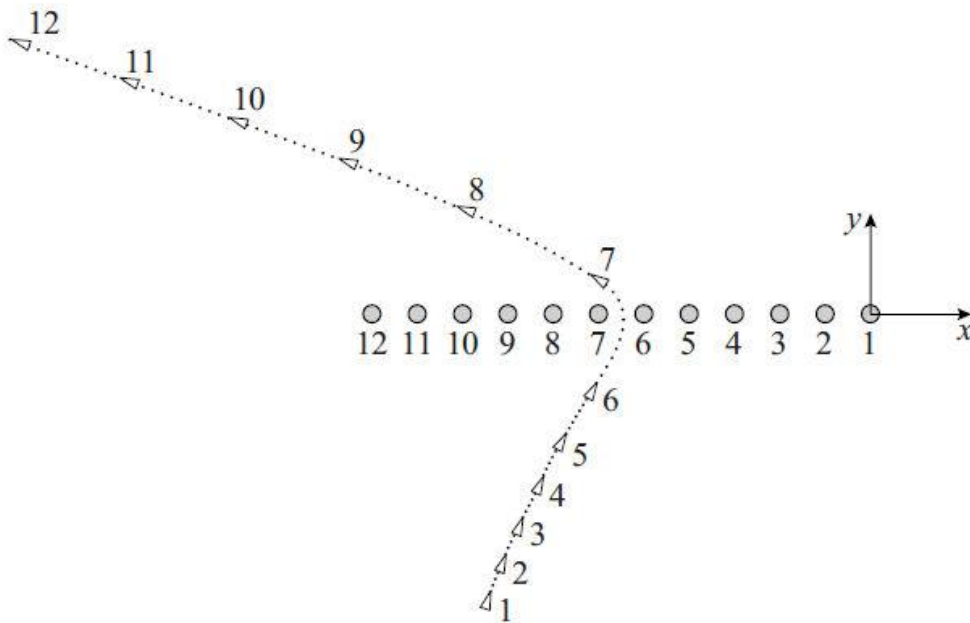
model 2

Als eerste berekenen ze dat de snelheid v_J van Jupiter in zijn baan om de zon gelijk is aan $1,3 \cdot 10^4 \text{ m/s}$.

b) Laat dit zien met een berekening.



In model 2 stellen Sanne en Christy dat Jupiter een snelheid heeft in de negatieve x-richting. De verkenner beweegt op de manier die is aangegeven in onderstaande afbeelding.

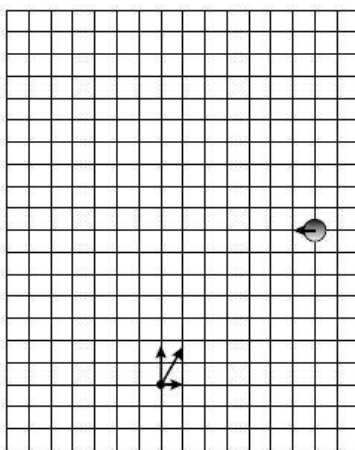


In bovenstaande afbeelding zijn de posities van de verkenner en Jupiter op 12 tijdstippen weergegeven.

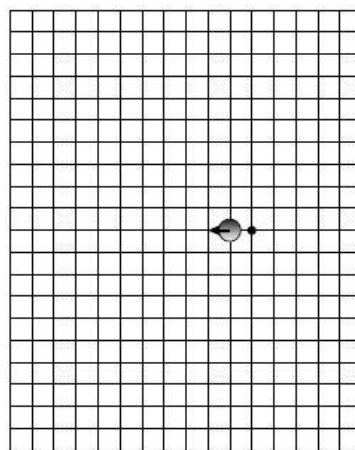
In onderstaande afbeelding 1 is de situatie op tijdstip 1 weergegeven.

In onderstaande afbeelding 2 is de situatie weergegeven als de verkenner het dichtst bij Jupiter is (ergens tussen de tijdstippen 6 en 7).

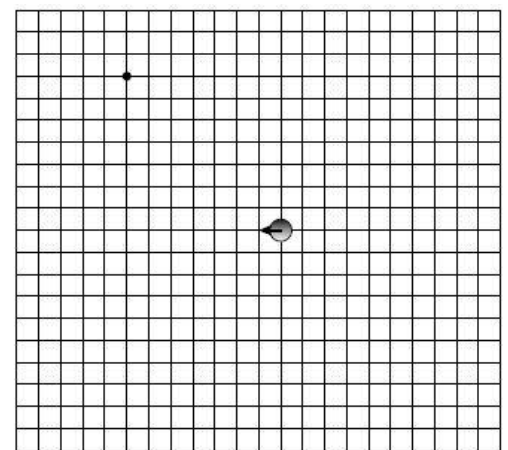
In onderstaande afbeelding 3 is situatie op tijdstip 12 weergegeven.



afbeelding 1



afbeelding 2



afbeelding 3

Bovenstaande drie afbeeldingen staan vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage. De snelheid van de verkenner vóór de passage noemen ze v_{voor} , de snelheid ná de passage noemen ze v_{na} .

Model 2 levert eindsnelheden, die je kunt berekenen met de volgende formules:

$$v_{\text{na},x} = 2 \cdot v_J - v_{\text{voor},x} \quad (1)$$

$$v_{\text{na},y} = v_{\text{voor},y} \quad (2)$$

De verkenner haalt maximale winst aan kinetische energie als hij op de heenweg tegen de bewegingsrichting van de planeet in beweegt.

c) **Leg uit** waarom dat zo is.

De snelheidswinst ontstaat door het overdragen van de kinetische energie van de planeet op de verkenner. De snelheidsverandering van Jupiter daarbij is echter niet merkbaar.

d) **Leg dit uit.**

e) Construeer met behulp van model 2 in afbeelding 3 op de uitwerkbijlage de snelheidsvector v_{na} van de verkenner op de aangegeven plaats.

model 3

Dit is een computermodel.

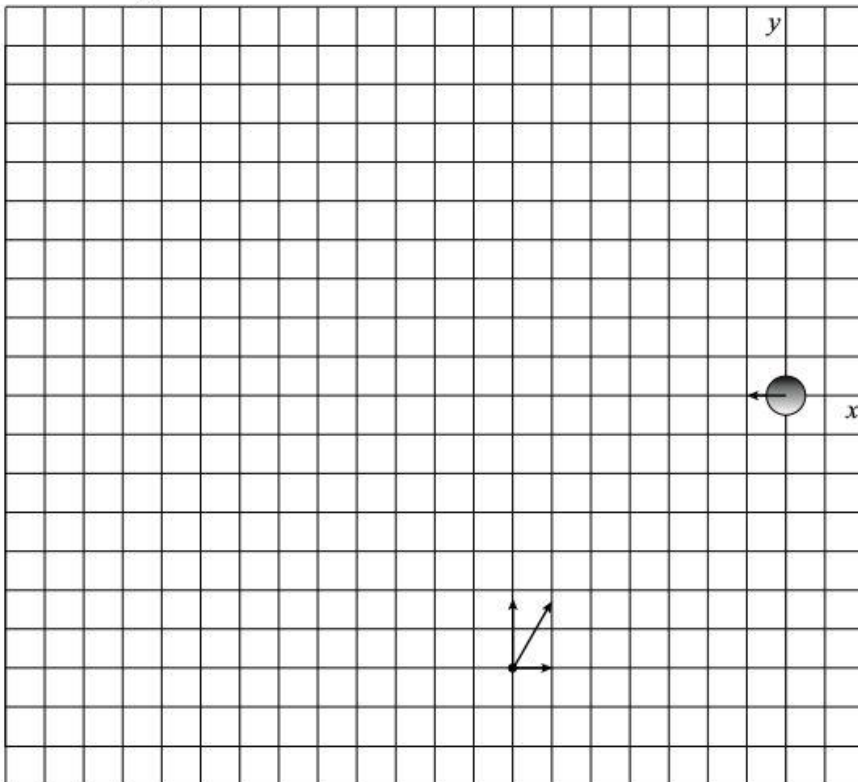
Model 3 staat weergegeven in onderstaande afbeelding.

	Modelregels	Startwaarden (SI)
1	$r = ((x - x_j)^2 + y^2)^{0,5}$	$G = 6,67 \cdot 10^{-11}$
2	$a = GM/r^2$	$M = \dots\dots\dots$
3	$a_x = -a \cdot (x - x_j)/r$	$v_x = 1,44 \cdot 10^4$
4	$a_y = -a \cdot y/r$	$v_y = 2,49 \cdot 10^4$
5	$v_x = v_x + a_x \cdot dt$	$x = -6,7034 \cdot 10^7$
6	$v_y = v_y + a_y \cdot dt$	$y = -2,234 \cdot 10^8$
7	$x = x + v_x \cdot dt$	$x_j = 0$
8	$y = y + v_y \cdot dt$	$v_j = -1,3 \cdot 10^4$
9	$x_j = \dots\dots\dots$	$t = 0$
10	$t = t + dt$	$dt = 5$

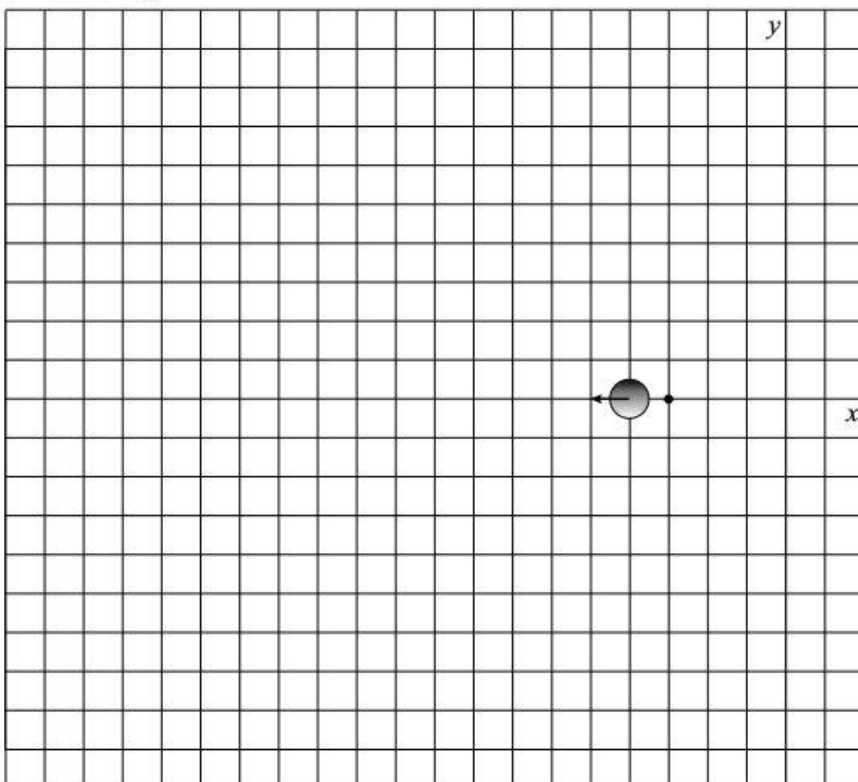
f) Voer voor dit model de volgende opdrachten uit:

- Vul de regel $M = \dots\dots\dots$ aan.
- Vul de regel $x_j = \dots\dots\dots$ aan.
- Geef aan waarom gerekend wordt met $(x - x_j)$ in plaats van met x .

afbeelding 1



afbeelding 2



afbeelding 3

