Hulpmiddelen: BiNaS en niet-grafisch rekenapparaat	Naam:

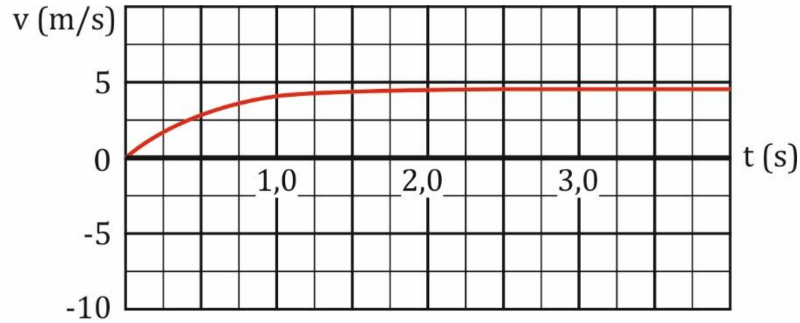
Voortgangstoets NAT 5 VWO Week 46 SUCCES!!!

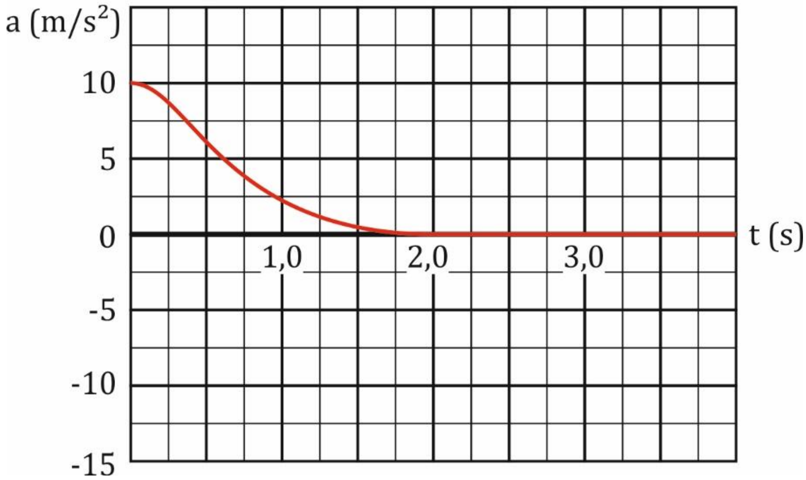
Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

Opgave 1

Onderstaand model beschrijft een valbeweging met luchtwrijving.

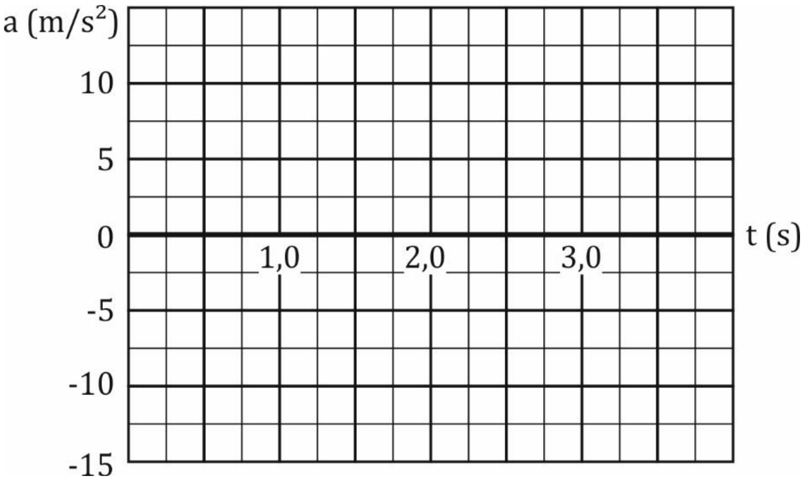
Modelregels	Startwaarden
Fw = c*v^2 Fr = Fz - Fw a = Fr/m dy = v*dt y = y + dy dv = a*dt v = v + dv t = t + dt	m = 1,0 g = 10 Fz= m*g c = 0,20 v = 0 y = 0 dt = 0,01 t = 0





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.

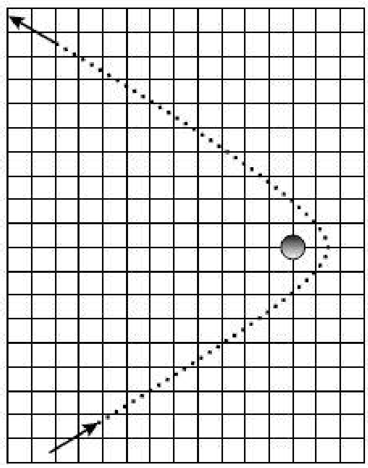


Opgave 2
Lees het artikel.

> 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.

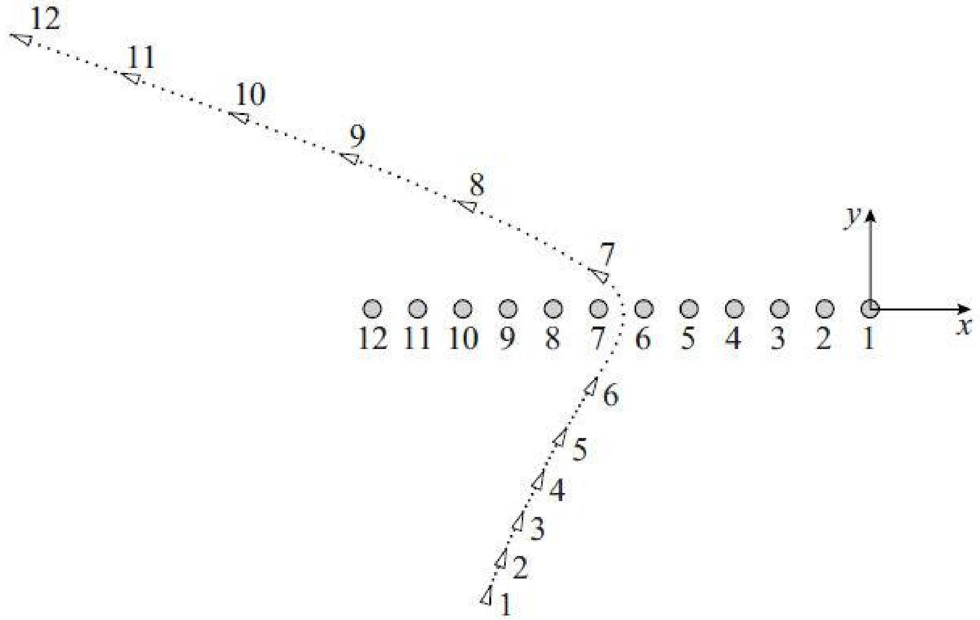
Sanne en Christy bestuderen de fly-by. Daartoe stellen zij drie verschillende modellen op.

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.

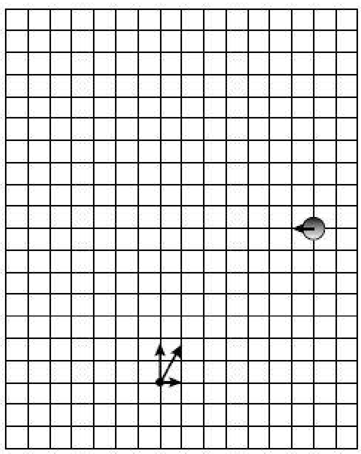


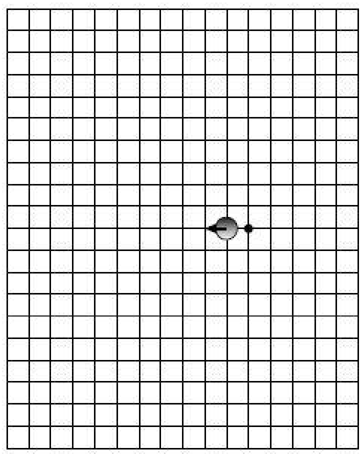
model 2
Als eerste berekenen ze dat de snelheid v_J van Jupiter in zijn baan om de zon gelijk is aan $1{,}3 \cdot 10^4 \text{ m/s}$.
b) Laat dit zien met een berekening.

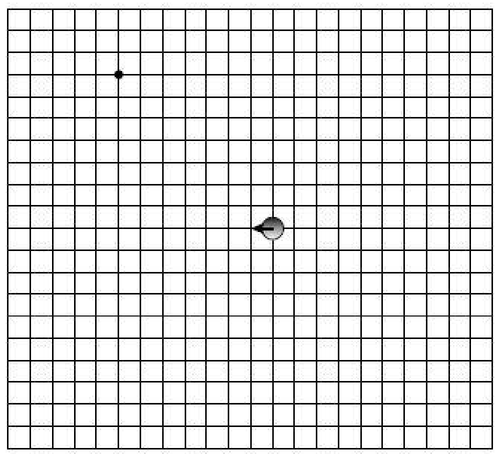
In model 2 stellen Sanne en Christy dat Jupiter een snelheid heeft in de negatieve x-richting. De verkenner beweegt op de manier die is aangegeven in onderstaande afbeelding.



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 weergeven.


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:

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

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

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.

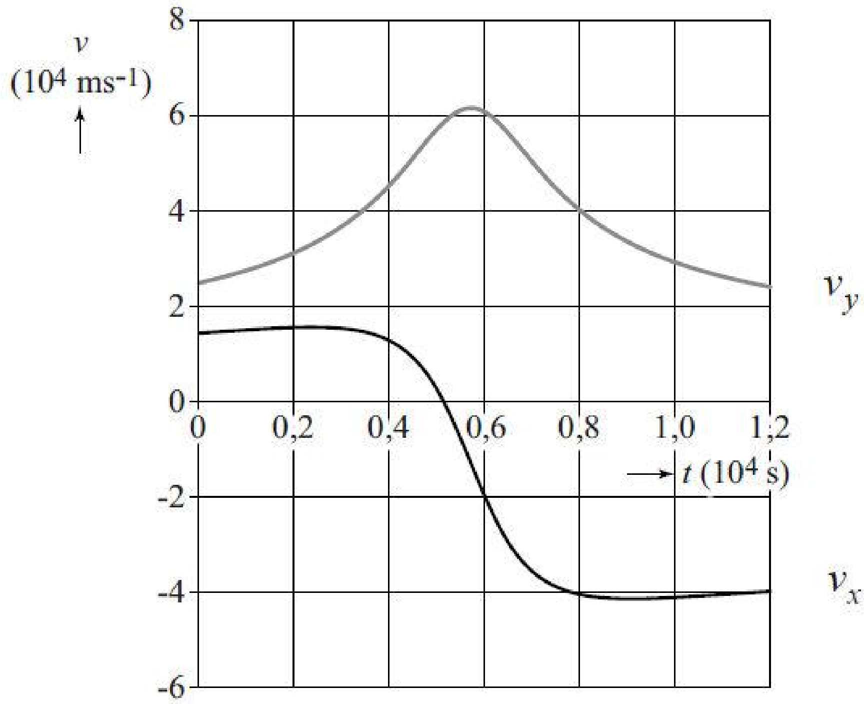
model 3
Dit is een computermodel.
Model 3 staat weergegeven in onderstaande afbeelding.

	Modelregels	Startwaarden (SI)
1	r = $((x - xj)^2 + y^2)$^0,5	G = $6{,}67.10^{-11}$
2	a = GM/r^2	M = ……..
3	ax = -a*(x - xj)/r	vx = $1{,}44.10^4$
4	ay = -a*y/r	vy = $2{,}49.10^4$
5	vx = vx + ax*dt	x = $-6{,}7034.10^7$
6	vy = vy + ay*dt	y = $-2{,}234.10^8$
7	x = x + vx*dt	xj = 0
8	y = y + vy*dt	vj = $-1{,}3.10^4$
9	xj = ……	t = 0
10	t = t + dt	dt = 5

f) Voer voor dit model de volgende opdrachten uit:
- Vul de regel M = …….. aan.
- Vul de regel xj = ……. aan.
- Geef aan waarom gerekend wordt met (x - xj) in plaats van met x.

De snelheden die volgen uit model 3 zijn weergegeven in nevenstaand diagram. Model 2 van Sanne en Christy komt overeen met de snelheidsberekeningen van model 3 in nevenstaand diagram.

g) Laat dit met behulp van getallen zien voor de formules (1) en (2).



Om op een bepaald punt uit het zonnestelsel te ontsnappen, moet de eindsnelheid v_{na} groter zijn dan een minimale waarde v_{min}.

$$v_{min} = \sqrt{\frac{2GM_{zon}}{r}}$$

Hierin is:

- M_{zon} de massa van de zon;
- R de afstand tussen de satelliet en de zon.

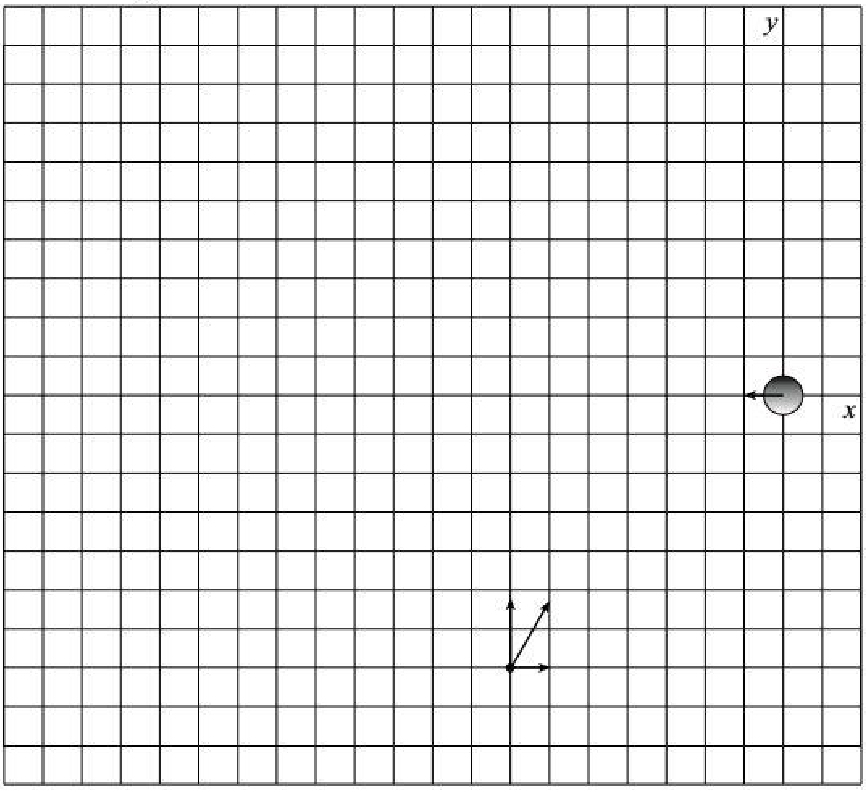
h) Leid de formule voor v_{min} af met behulp van formules in BiNaS.

i) Voer de volgende opdrachten uit:

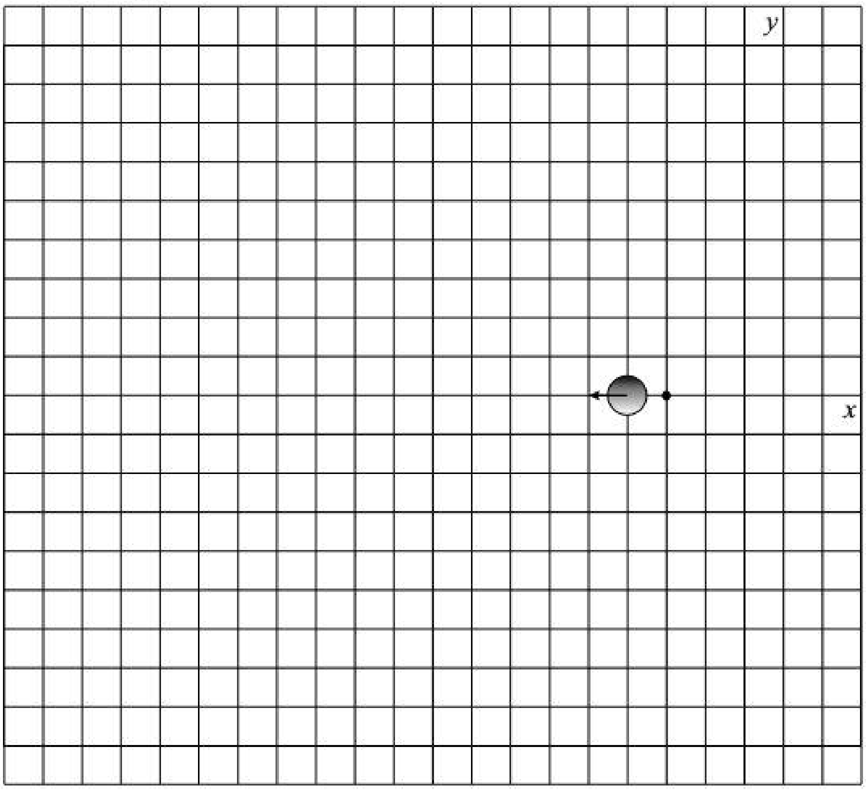
- **Bepaal** de eindsnelheid v_{na} die uit model 3 volgt.
- Laat zien met een **berekening** of deze eindsnelheid voldoende is om uit het zonnestelsel te ontsnappen.

Uitwerkbijlage

afbeelding 1



afbeelding 2



afbeelding 3