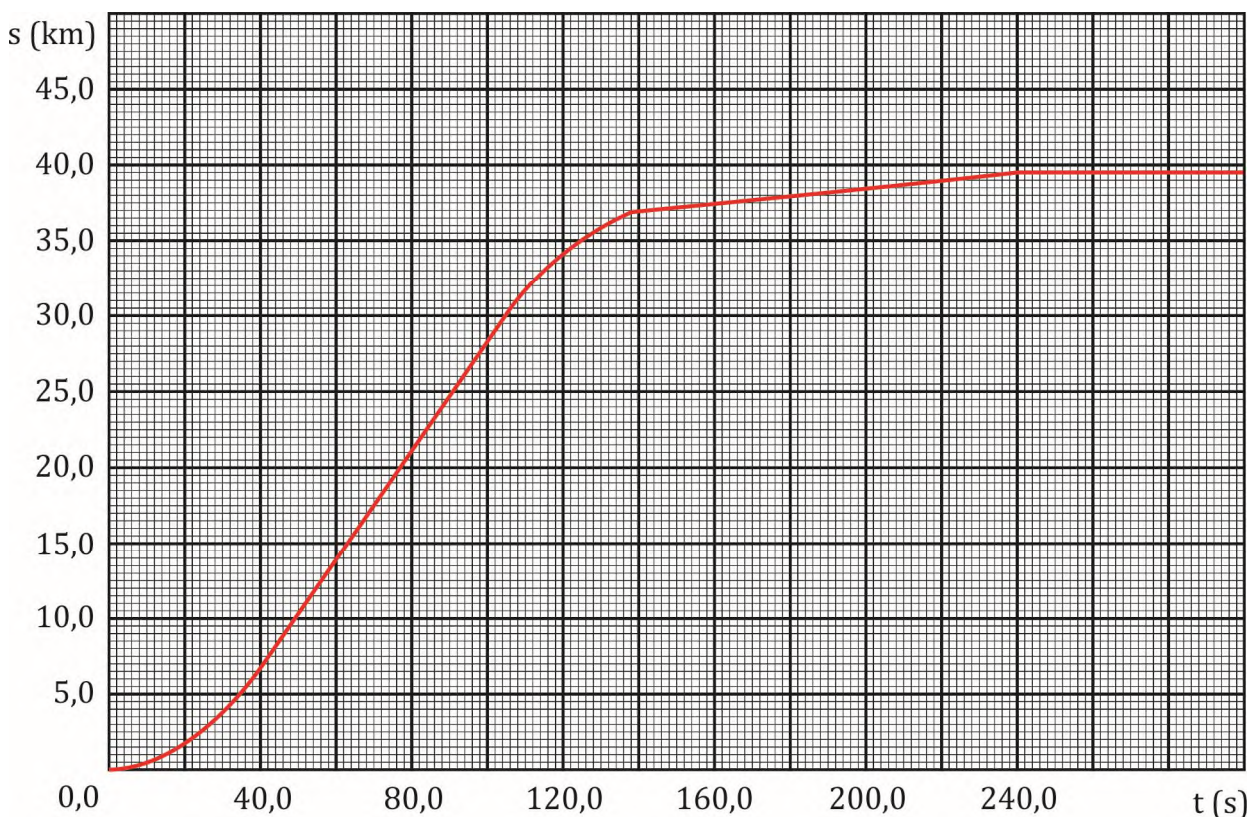


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

**Opgave 1**

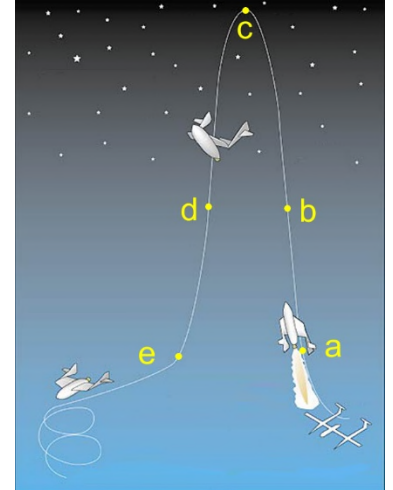
Een stevig meetinstrument voor atmosfeersamenstelling wordt hoog in de atmosfeer gebracht alwaar het gedurende zijn val de nodige metingen doet en tenslotte in zee stort. Het (s,t)-diagram voor het verticale deel van de beweging staat afgebeeld in onderstaande afbeelding. Om beschadiging van het meetinstrument tijdens de landing te voorkomen is het meetinstrument van een parachute voorzien die op zekere hoogte automatisch opent.



- Bepaal** op welke hoogte de parachute opent.
- Bepaal** op welk tijdstip het meetinstrument contact maakt met het water.
- Bepaal** met welke snelheid het meetinstrument het water raakt.
- Bepaal** de gemiddelde snelheid tussen  $t = 0$  s en  $t = 160$  s.

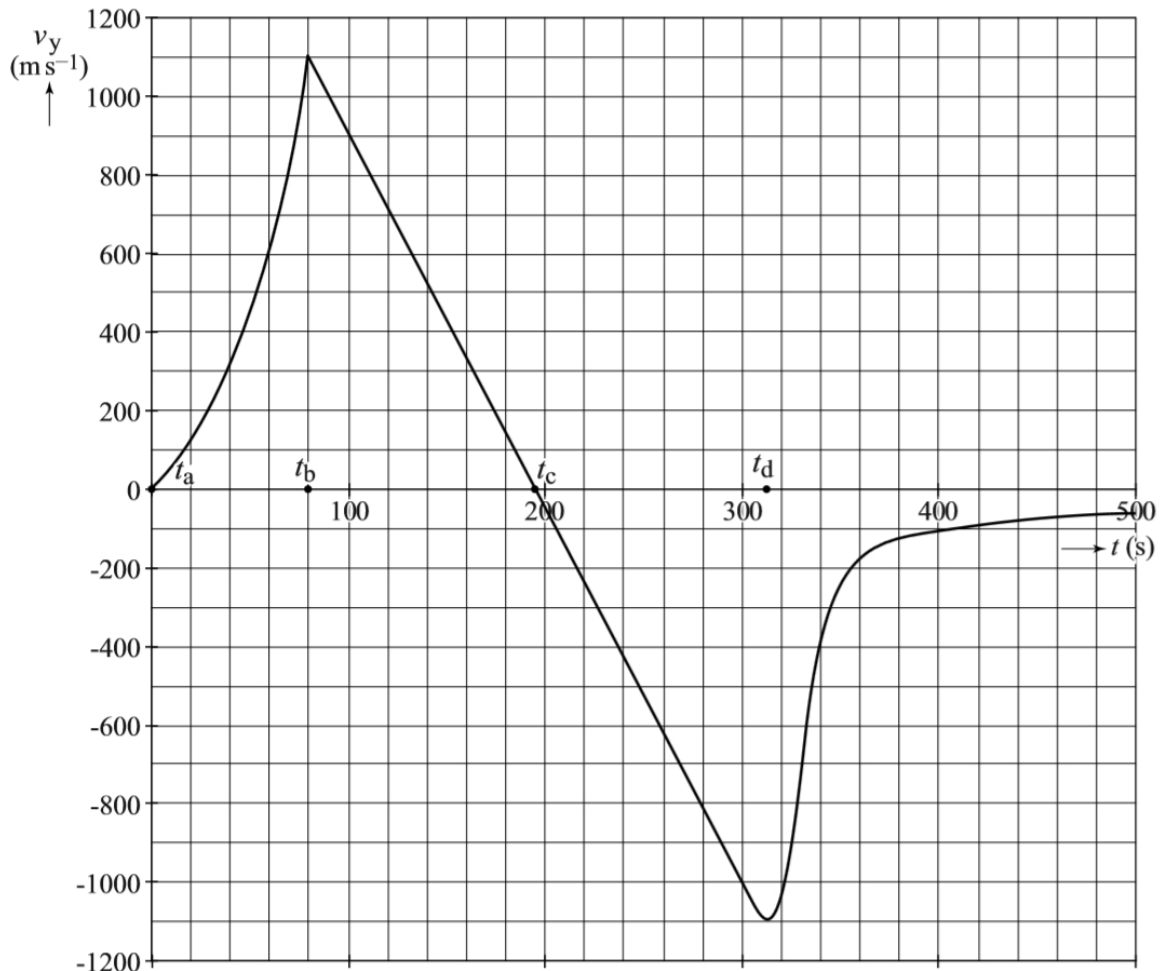
## Opgave 2

Sinds 2004 bestaat de mogelijkheid om met het ruimteschip SpaceShipOne een paar minuten in de ruimte te verblijven. In nevenstaande afbeelding is getekend hoe dat gaat. Deze afbeelding is niet op schaal. Een speciaal daarvoor gemaakt vliegtuig (de White Knight) brengt het ruimteschip SpaceShipOne naar een hoogte van ongeveer 15 km waar het ruimteschip wordt losgekoppeld. In de afbeelding zijn de punten a, b, c, d en e aangegeven.



- In punt a schakelt de raketmotor aan en dan gaat SpaceShipOne met een grote versnelling vrijwel verticaal omhoog.
- In punt b gaat de raketmotor uit.
- Punt c is het hoogste punt van de baan. Na het passeren van dit punt valt SpaceShipOne terug naar de aarde. Tot punt d is de invloed van de luchtweerstand verwaarloosbaar.
- Na het passeren van punt d begint het ruimteschip door de luchtweerstand weer af te remmen.
- Vanaf punt e gaat SpaceShipOne als zweefvliegtuig verder tot de landing.

In onderstaand diagram staat de verticale snelheid  $v_y$  als functie van de tijd van een vlucht van het ruimteschip. De tijdstippen die horen bij het passeren van de punten a, b, c en d zijn op de horizontale as aangegeven. Tijdstip  $t_c$  hoort bij het hoogste punt c van de baan.



a) **Leg uit** hoe dat uit de grafiek blijkt.

b) **Bepaal** de versnelling in punt c.

Op een bepaalde hoogte ten opzichte van de aarde (maar ook aan het aardoppervlak zelf) geldt voor de valversnelling:

$$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$$

Hierin is:

- G de gravitatieconstante (in  $\text{Nm}^2/\text{kg}^2$ );
- M de massa van de aarde (in kg);
- r de afstand tot het middelpunt van de aarde (in m).

c) **Bereken** de valversnelling op 100 km hoogte.

De inzittenden van het ruimteschip zijn op een deel van hun vlucht gewichtloos; dit betekent dat de normaalkracht op de inzittenden op dat moment gelijk is aan 0 N.

Hiernaast staat hierover een tabel.

d) Kruis in de tabel aan of de inzittenden van het ruimteschip wel of niet gewichtloos zijn op de trajecten ab, bc, cd en in punt c.

	wel gewichtloos	niet gewichtloos
traject ab		
traject bc		
in punt c		
traject cd		

Op tijdstip  $t_b$  wordt de motor uitgeschakeld en bevindt het ruimteschip zich op een hoogte van 45 km. Op tijdstip  $t_c$  wordt het hoogste punt bereikt. Mensen die op een hoogte van 100 km of meer zijn geweest, mogen zich astronaut noemen.

e) **Toon** met behulp van het  $(v_y, t)$ -diagram **aan** of de inzittenden van het ruimteschip zich astronaut mogen noemen na de vlucht.