

SpaceShipOne

13 maximumscore 1

voorbeelden van een antwoord:

- De (verticale) snelheid verandert van richting.
- De (verticale) snelheid is gelijk aan nul.

Opmerking

Een antwoord als “dat staat in de figuur in de opgave”: geen scorepunt toekennen.

14 maximumscore 3

uitkomst: $a = (-)9,55 \text{ ms}^{-2}$ ($9,36 \text{ ms}^{-2} \leq |a| \leq 9,74 \text{ ms}^{-2}$)

voorbeeld van een bepaling:

Er geldt: $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ waarin $\Delta v = (-)2100 \text{ ms}^{-1}$ en $\Delta t = 220 \text{ s}$.

Hieruit volgt dat: $a = \frac{(-)2100}{220} = (-)9,55 \text{ ms}^{-2}$.

- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}}$ in punt c 1
- aflezen van bij elkaar behorende waarden van Δv en Δt 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerking

Voor de eerste deelscore hoeft de raaklijn niet expliciet getekend te zijn.

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

15 maximumscore 4

uitkomst: $g = 9,518 \text{ ms}^{-2}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $g = \frac{GM}{r^2}$ waarin $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$,

$M = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ en $r = 6,371 \cdot 10^6 + 0,100 \cdot 10^6 = 6,471 \cdot 10^6 \text{ m}$.

Invullen levert: $g = \frac{6,674 \cdot 10^{-11} \cdot 5,972 \cdot 10^{24}}{(6,471 \cdot 10^6)^2} = 9,518 \text{ ms}^{-2}$.

- gebruik van $g = \frac{GM}{r^2}$ 1
- opzoeken van M_{aarde} en G 1
- inzicht dat $r = r_{\text{aarde}} + 100 \cdot 10^3$ en opzoeken van r_{aarde} 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *De constanten moeten opgezocht worden met het aantal significante cijfers minimaal gelijk aan de significantie van het door de kandidaat gegeven antwoord.*
- *Als r_{aarde} niet is meegenomen in de berekening, vervallen de derde en vierde deelscore.*
- *Als er is geantwoord in twee significante cijfers: niet aanrekenen.*

16 maximumscore 2

antwoord:

	wel gewichtloos	niet gewichtloos
traject ab		X
traject bc	X	
in punt c	X	
traject cd	X	(X)

- indien vier antwoorden juist 2
- indien twee of drie antwoorden juist 1
- indien één of geen antwoord juist 0

Toelichting

Voor traject cd een kruisje in één van beide kolommen goed rekenen: Uit de vierde streep in de inleidende tekst blijkt dat vóór punt d ook al sprake moet zijn van luchtweerstand.

17 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De afstand die het ruimteschip tussen b en c (in verticale richting) aflegt, is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek tussen t_b en t_c .

Deze oppervlakte is: $\frac{1}{2} \cdot 1100 \cdot (195 - 80) = 63 \cdot 10^3 \text{ m} = 63 \text{ km}$.

In punt c bevond het ruimteschip zich op een hoogte van $63 + 45 = 108 \text{ km} (> 100 \text{ km})$.

De inzittenden van het ruimteschip mogen zich dus astronaut noemen na deze vlucht.

- inzicht dat de afstand bepaald kan worden uit een oppervlakte onder de kromme 1
- bepalen van de afgelegde afstand s tussen t_b en t_c binnen het interval $60 \text{ km} \leq s \leq 65 \text{ km}$ 1
- inzicht dat hoogte = $s + 45 \text{ km}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

of

methode 2

(Op het traject bc is de luchtweerstand verwaarloosbaar.)

De maximale snelheid is volgens de grafiek 1100 m s^{-1} . (De minimale hoogte wordt bereikt bij de maximale waarde voor g op aarde.)

Uit de wet van behoud van energie volgt dan:

$$h = \frac{v_{\max}^2}{2g} = \frac{1100^2}{2 \cdot 9,81} = 61,6 \cdot 10^3 \text{ m} = 61,6 \text{ km}.$$

In punt c bevond het ruimteschip zich op een hoogte van $61,6 + 45 = 107 \text{ km} (> 100 \text{ km})$.

De inzittenden van het ruimteschip mogen zich dus astronaut noemen na deze vlucht.

- inzicht dat $h = \frac{v_{\max}^2}{2g}$ 1
- gebruik van $v_{\max} = 1100 \text{ m s}^{-1}$ en $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ 1
- inzicht dat hoogte = $s + 45 \text{ km}$ 1
- completeren van de bepaling en consequente conclusie 1

Opmerkingen

- Als voor g een waarde uit vraag 14 of 15 gebruikt wordt: goed rekenen.
- Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.