

Opgave 4 Champignon

Bekijk de foto van figuur 6 en lees het onderschrift.

figuur 6



Hannes Arch is de eerste mens die een parachute-sprong waagde van de 'Champignon', een 1800 meter hoge rots aan de noordwand van de Eiger in Zwitserland. Arch maakte een val van 13 seconde voordat zijn parachute zich opende.

- 2p 19 Bereken de snelheid die Hannes zonder luchtweerstand na 13 s zou hebben.

Om een indruk te krijgen van het werkelijke verloop van de snelheid bij de parachutesprong van Hannes is een computermodel gemaakt. In dit model is de invloed van de luchtweerstand wél opgenomen.

Voor de luchtweerstand is de formule gebruikt:

$$F_w = k A v^2$$

Hierin is:

- k een constante waarvan de waarde geschat wordt op $0,37 \text{ kg m}^{-3}$;
- A de frontale oppervlakte van de parachutist inclusief parachute in m^2 ;
- v de snelheid in m s^{-1} .

De massa van Hannes mét parachute is 91 kg. Als de parachute nog niet is geopend, is de frontale oppervlakte $0,80 \text{ m}^2$.

Na 13 s opent Hannes zijn parachute.

De parachute ontvouwt zich geleidelijk in een tijd van 3,8 s tot een frontale oppervlakte van $42,6 \text{ m}^2$. Het geleidelijk opengaan van de parachute betekent dat de frontale oppervlakte lineair in de tijd toeneemt.

Hieronder staat (een gedeelte van) het computermodel met startwaarden. Voor de frontale oppervlakte is hierbij niet 'A' maar 'Opp' gebruikt.

MODEL	STARTWAARDEN
$F_z = m \cdot 9,81$ $F_w = k \cdot \text{Opp} \cdot v \cdot v$ $F_r = F_z - F_w$ $a = F_r / m$ $v = v + a \cdot dt$ $x = x + v \cdot dt$	$m = 91$ $k = 0,37$ $\text{Opp} = 0,8$ $v = 0$ $x = 0$ $t = 0$
als $t > 13$ dan
eindals	
als $\text{Opp} > 42,6$ dan $\text{Opp} = 42,6$	$dt = 0,1$
eindals	
$t = t + dt$	

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2005-I

havovwo.nl

Het model met startwaarden is ook weergegeven op de uitwerkbijlage.

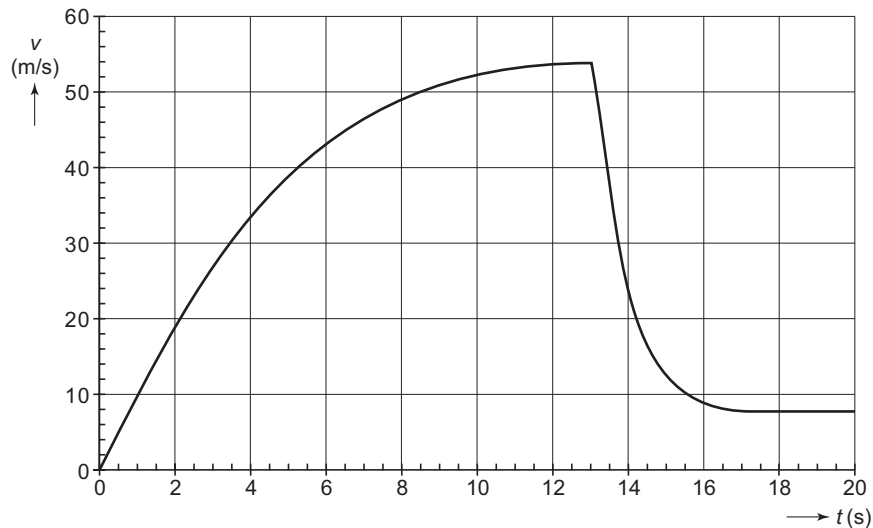
Op de plaatsen van de puntjes zijn een modelregel en een eventueel benodigde startwaarde weggelaten die het “geleidelijk opengaan van de parachute” nabootsen.

In dit model verandert k niet tijdens het opengaan.

- 4p 20 Vul op de uitwerkbijlage de ontbrekende modelregel in en indien nodig een startwaarde en geef een toelichting bij je antwoord.

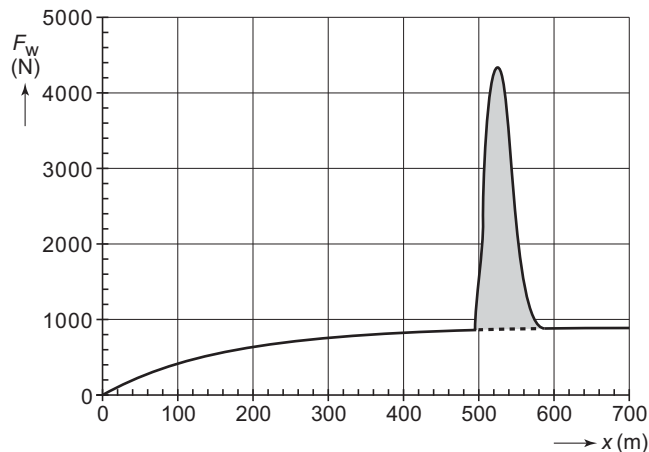
De (v,t) -grafiek die uit het model volgt, is weergegeven in figuur 7.

figuur 7



Figuur 8 toont de luchtweerstand F_w als functie van de afgelegde afstand x . De piek in deze grafiek correspondeert met het opengaan van de parachute.

figuur 8



Uit figuur 7 kan met behulp van de tweede wet van Newton ($F_{\text{res}} = ma$) de maximale waarde voor de luchtweerstand bepaald worden. Figuur 7 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 4p 21 Toon aan dat deze waarde overeenkomt met de maximale waarde die uit figuur 8 is af te lezen.

De gearceerde oppervlakte in figuur 8 stelt de arbeid voor die de extra luchtweerstand van de parachute verricht.

- 4p 22 Bepaal deze arbeid en toon aan dat deze overeenstemt met de arbeid die uit het snelheidsverloop in figuur 7 volgt.

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2005-I

havovwo.nl

Uitwerkbijlage bij de vragen 20 en 21

Vraag 20

MODEL	STARTWAARDEN
$F_z = m \cdot 9,81$ $F_w = k \cdot \text{Opp} \cdot v \cdot v$ $F_r = F_z - F_w$ $a = F_r / m$ $v = v + a \cdot dt$ $x = x + v \cdot dt$	$m = 91$ $k = 0,37$ $\text{Opp} = 0,8$ $v = 0$ $x = 0$ $t = 0$
als $t > 13$ dan eindals als $\text{Opp} > 42,6$ dan $\text{Opp} = 42,6$ eindals $t = t + dt$ $dt = 0,1$

Toelichting:

.....

.....

.....

.....

.....

Vraag 21

