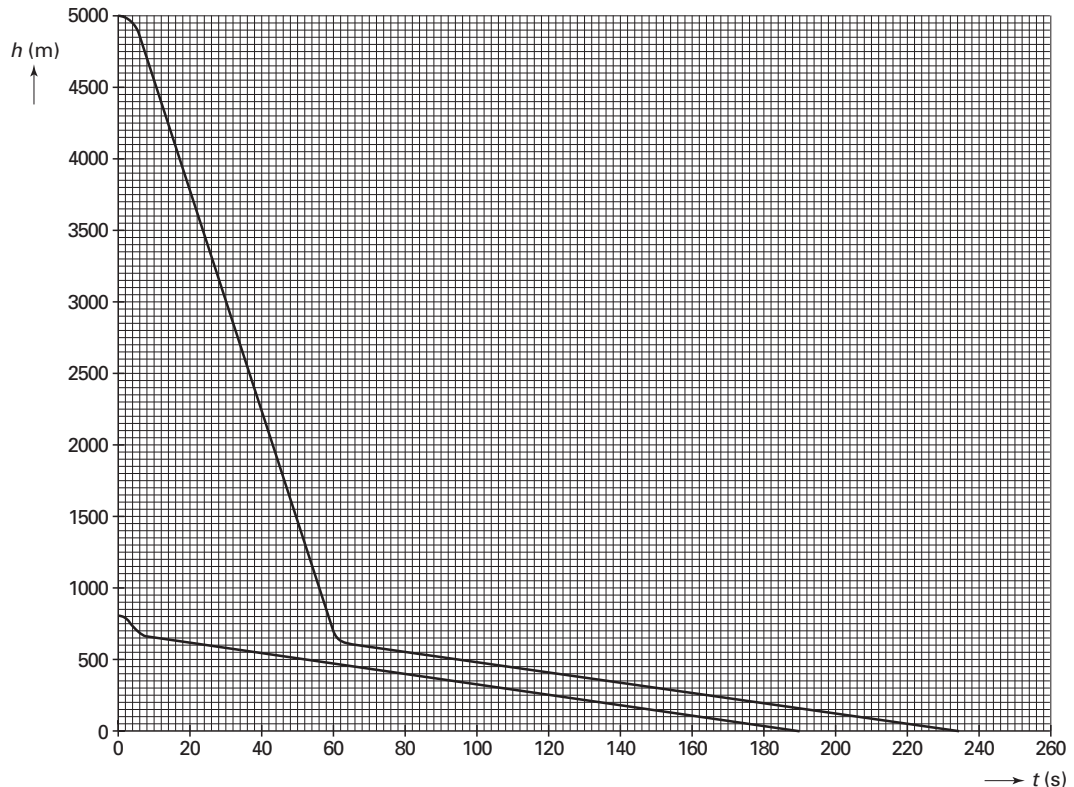


Opgave 5 Parachute

Joyce wil weten hoe een parachutesprong verloopt. Zij vraagt een ervaren parachutist om inlichtingen. Deze laat de (hoogte, tijd)-grafieken zien van twee van zijn sprongen. In het diagram van figuur 12 zijn beide (h,t) -grafieken weergegeven.

figuur 12



Eén sprong is vanaf 5000 m hoogte en één sprong vanaf 800 m. Bij beide sprongen ging de parachute open op een hoogte van 700 m.

Joyce merkt dat de parachutist met een 'vrije val' niet hetzelfde bedoelt als wat daarover in haar natuurkundeboek staat. De parachutist bedoelt er het gedeelte van een val mee waarbij de parachute nog niet is geopend.

De val van 5000 m naar 700 m duurt langer dan wanneer het een vrije val volgens het natuurkundeboek zou zijn.

4p **15** Bepaal hoeveel langer. Gebruik voor g de waarde $9,8 \text{ ms}^{-2}$.

2p **16** Hoe blijkt dat uit de grafieken?

Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2002-I

havovwo.nl

Voor de luchtwrijvingskracht F_w geldt de volgende formule:

$$F_w = k p A v^2$$

Hierin is:

- k een constante, die onder andere van de vorm van het vallende voorwerp afhangt;
- p de luchtdruk;
- A de maximale oppervlakte van een doorsnede dwars op de bewegingsrichting;
- v de snelheid.

- 3p **17** Leg uit waarom de eindsnelheden bij de twee sprongen gelijk zijn. Gebruik daarbij de formule.

Joyce besluit met behulp van een computermodel een parachutesprong te simuleren. Ze houdt er rekening mee dat de luchtdruk exponentieel als functie van de hoogte afneemt volgens:

$$p(h) = p(0) \cdot e^{-\mu h}$$

Hierin is:

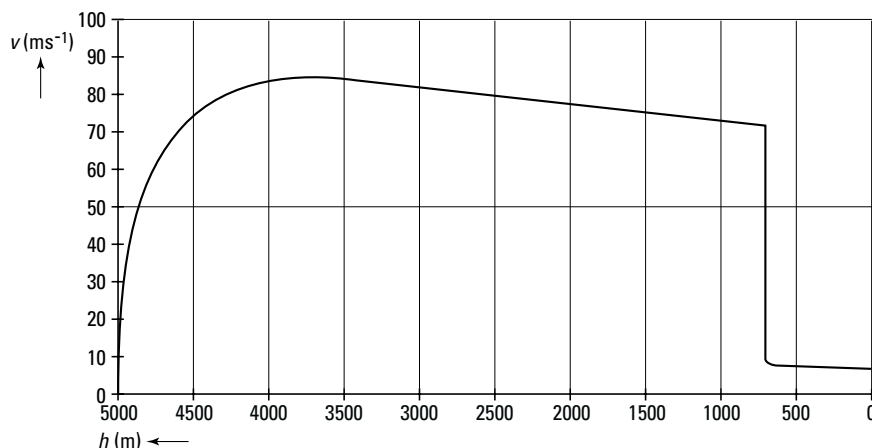
- $p(0)$ de luchtdruk op de grond; ze kiest $p(0) = 1,013 \cdot 10^5$ Pa;
- μ een constante;
- h de hoogte in meters.

Op 5,0 km is de luchtdruk precies de helft van de luchtdruk op de grond.

- 4p **18** Bereken de grootte en de eenheid van μ .

Joyce gaat in haar model uit van een parachutist die samen met zijn parachute 75 kg weegt. Ze laat het model een (snelheid, hoogte)-grafiek tekenen voor een sprong vanaf 5000 m hoogte. Zie figuur 13.

figuur 13



Uit deze grafiek blijkt dat de snelheid al vóór het openen van de parachute aan het afnemen is.

- 3p **19** Leg uit waardoor de snelheid dan al afneemt.
- 5p **20** Bepaal de arbeid die de luchtwrijvingskracht verricht vanaf het tijdstip dat de parachute zich ontvouwt tot de landing.