

Veilig ontsnappen

Als er brand uitbreekt in een windmolen tijdens het onderhoud, moeten monteurs de windmolen zo snel mogelijk kunnen verlaten.

figuur 1

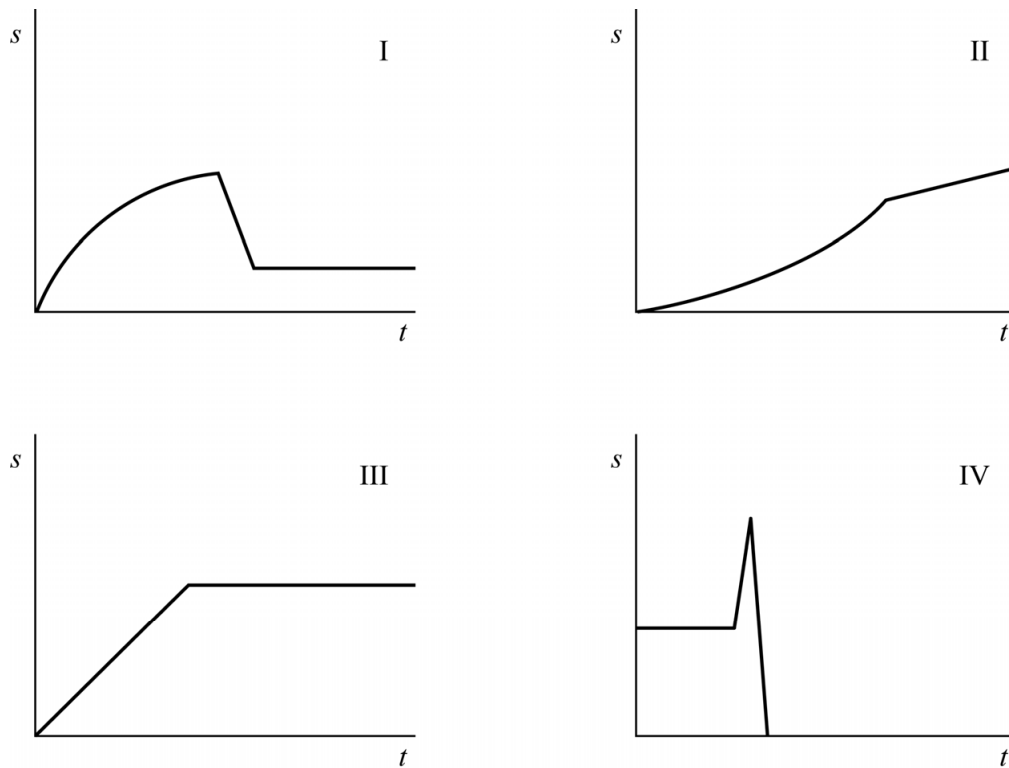


Daarom zijn er twee belangrijke ontwerpeisen:

- I. De windmolen moet via de buitenkant verlaten kunnen worden.
- II. Het landen op de grond moet met een veilige vertraging gebeuren.

Basejumpen is een manier om te ontsnappen. Basejumpen is parachutespringen van lage hoogte, zoals van een gebouw. Na een korte vrije val opent de parachute. In figuur 2 zijn vier diagrammen weergegeven waarin de afgelegde afstand s is uitgezet tegen de tijd t .

figuur 2

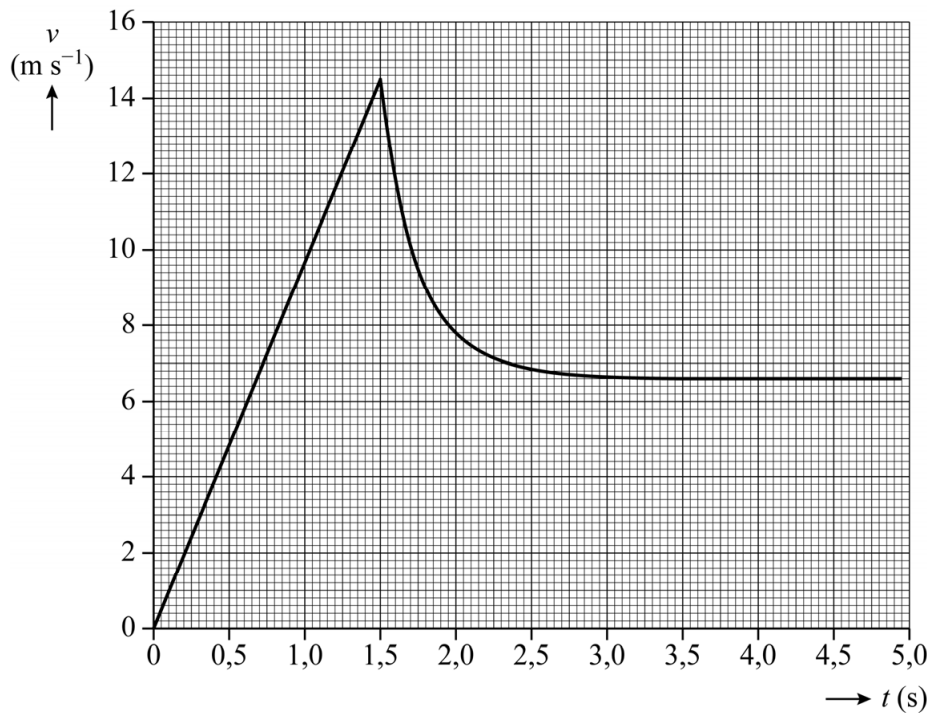


1p 4 Welk diagram komt het best overeen met het (s,t) -diagram van een basejump?

- A diagram I
- B diagram II
- C diagram III
- D diagram IV

Tijdens een test van een basejump is een (v, t) -grafiek gemaakt van afsprong tot landing. Zie figuur 3. De test was van een hoogte van 36 m.

figuur 3

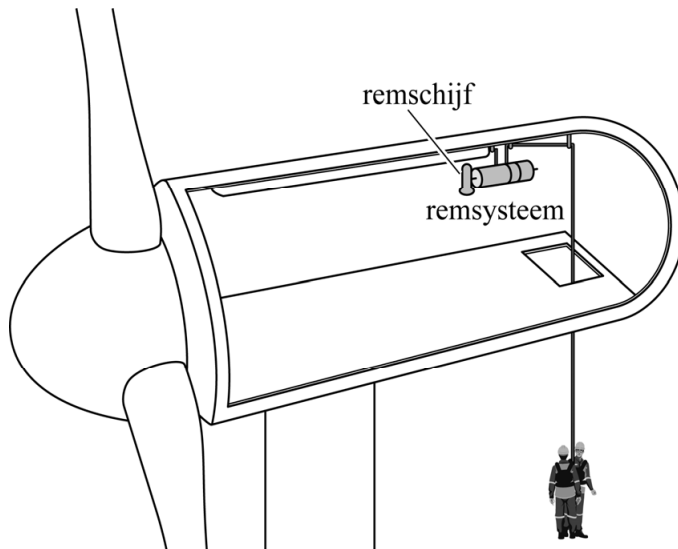


Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage. Een menselijk lichaam kan veilig blootgesteld worden aan een versnelling van maximaal 60 m s^{-2} direct na het openen van de parachute.

- 3p **5** Toon met een bepaling aan of de maximale versnelling direct na het openen van de parachute aan deze veiligheidseis voldoet. Laat in de figuur zien hoe je aan je antwoord komt.

Een basejump kan gevaarlijk zijn. Daarom is er ook een systeem ontwikkeld om met een constante snelheid af te dalen aan een staalkabel. Om deze snelheid constant te houden, wordt er continu geremd door een remsysteem met een remschijf. Dit remsysteem is boven in de windmolen bevestigd. Zie figuur 4.

figuur 4



Aan het remsysteem is een aantal aanvullende ontwerpeisen gesteld:

- III. Er moet 280 kg (twee monteurs met uitrusting samen) aan één kabel kunnen afdalen.
- IV Tijdens gebruik mag de temperatuur van de remschijf door wrijvingswarmte maximaal 600 °C worden bij een omgevingstemperatuur van 50 °C.
- V. Het systeem kan gebruikt worden tot 150 m hoogte.

Het systeem gebruikt een remschijf die tijdens de afdaling wrijving ondervindt en opwarmt. De remschijf mag tijdens gebruik niet oververhit raken, want dan verliest hij zijn werking. De remschijf is gemaakt van ijzer. Tijdens de afdaling wordt 85% van de wrijvingswarmte opgenomen door de remschijf.

- 5p **6** Bereken de minimale massa van de remschijf. Noteer je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.

Bij een veilige landing mag de vertraging niet groter zijn dan 10 m s^{-2} . Een monteur met gereedschap heeft een massa van 140 kg. Tijdens de landing wordt deze massa over een afstand van 20 cm afgeremd doordat de monteur de knieën buigt.

- 4p **7** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bereken de maximale resulterende kracht tijdens een veilige landing.
 - Bereken met de wet van arbeid en kinetische energie de maximale snelheid waarmee het systeem de monteur veilig kan laten landen.