

# Eindexamen natuurkunde 1-2 vwo 2002-I

© havovwo.nl

---

## Parachute

15. De parachutist doet over die  $5000 - 700 = 4300$  m volgens de grafiek 60 s.

Voor een vrije (wrijvingsloze) over dezelfde afstand geldt:

$$4300 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,9 \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad t = 29,6 \text{ s}$$

Verskil:  $60 - 29,6 = 30$  s

16. De steilheid van de raaklijn aan de plaats-tijd-grafiek is gelijk aan de snelheid. De grafieken lopen vanaf  $t = 62$  s evenwijdig aan elkaar zodat vanaf dat moment de snelheden aan elkaar gelijk zijn.

17.  $F_w$  neemt met de snelheid toe ( $F_w = k\rho Av^2$ )  
Op zeker moment is  $F_w$  gelijk aan  $F_z$  en is de som van de krachten 0, zodat van een versnelling geen sprake meer is. Voor beide sprongen is dus de maximale wrijving hetzelfde (nl  $F_{w, \max} = F_z = mg$ ) en daarmee ook de eindsnelheid. De overige grootheden in de formule zijn immers constant.

18. 
$$\frac{p(5000)}{p(0)} = \frac{e^{-\mu \cdot 500}}{e^{-\mu \cdot 0}} = 0,5 = e^{-\mu \cdot 5000} \rightarrow \ln(0,5) = -\mu \cdot 5000 \rightarrow \mu = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

19. De luchtdruk  $p$  neemt met afnemende hoogte toe. Dan neemt  $k \cdot p \cdot A \cdot v^2$  toe, zodat de wrijvingskracht groter wordt dan de zwaartekracht. Dat heeft een afremmend effect op de beweging.

20. Op moment van openen geldt:  $h = 700$  m (zie fig 13)  
 $v = 72$  m/s

Bij het op de grond neerkomen:  $h = 0$   
 $v = 7$  m/s

Massa parachutist:  $m = 75$  kg

Verrichte arbeid: 
$$\Delta U_k = W_{\text{tot}} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{2} m v_e^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = W_{\text{wr}} + W_{F_z}$$
$$W_{\text{wr}} = \frac{1}{2} \cdot 75 \cdot (7^2 - 72^2) - 75 \cdot 9,81 \cdot 700 = -7,1 \cdot 10^5 \text{ J}$$