



**ANTWOORDBLAD**

**Meerkeuze**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B	D	C	B	A	D	A	B	A	D	C	D	D	D	B

**Open vragen**

**1 Schommel**

Voor de luchtschommel geldt dat hij met een verwaarloosbare snelheid de top moet passeren.

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 \rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 = gh_2 \quad +0,5$$

Met  $h_2 = 9$  m levert dit  $v_1 = 13,3 \frac{m}{s} = v_{stang}$  +1,0

Bij werken met  $h_2 = 4,5$  m dit scorepunt niet toekennen (deze fout valt niet onder rekenfouten). Eventuele rekenfouten hier niet afstraffen, dat gebeurt in het vijfde punt.

Voor de gewone schommel geldt dat hij met een dusdanige snelheid de top moet passeren dat de daar werkzame zwaartekracht precies de benodigde centripetale kracht levert.

$$mg = \frac{mv_{top}^2}{r} \rightarrow 9,81 = \frac{v_{top}^2}{4,5} \rightarrow v_{top} = 6,6 \text{ m/s} \quad +1,0$$

Bij gebruik van verkeerde straal hier 0,5 m in mindering brengen. Rekenfouten weer bij vijfde punt verrekenen.

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

Met  $h_2 = 9$  m en  $v_2 = 6,6$  m/s levert dit  $v_1 = 14,8$  m/s =  $v_{touw}$  +1,0

$$v_{touw} - v_{stang} = 1,5 \text{ m/s} \quad +0,5$$

Rekenwerk (per rekenfout -0,5) +1,0

Significantie buiten beschouwing laten.

**2 Trein**

- a. De koppeling tussen de voorste wagon en de locomotief moet de maximale massa aan wagons een versnelling geven +0,5  
 plus de totale wrijvingskracht van alle wagons. +0,5

- b. Voor de voorste koppeling geldt  $S_{max} = Nma_{max} + F_W = 10 \cdot 4,1 \cdot 10^4 \cdot a_{max} + 3,0 \cdot 10^4 = 1,1 \cdot 10^5$  +1,0

daaruit volgt  $a_{max} = \frac{1,1 \cdot 10^5 - 0,3 \cdot 10^5}{4,1 \cdot 10^5} = 0,2 \text{ m/s}^2$ . +1,0

- c. Als de snelheid maximaal is, dan is de versnelling nul. +0,5

De spankracht in de voorste koppeling is dan  $S = F_W$ . +0,5

Dan volgt  $P_{max} = (F_W + F_L)v_{max}$  (dit is ook direct in te zien) +0,5

zodat  $v_{max} = \frac{P_{max}}{(F_W + F_L)} = \frac{1,18 \cdot 10^6}{10 \cdot 0,3 \cdot 10^4 + 0,59 \cdot 10^4} = 3,3 \cdot 10^1 \text{ ms}^{-1} = 1,2 \cdot 10^2 \text{ km h}^{-1}$ . +0,5



### 3 Autoveren

- a. Er geldt:  $(cu)_{\text{zonder hulpveren}} = F_{\text{belading}} = (Cu)_{\text{met hulpveren}}$  +0,5  
 dus:  $2 \cdot 1,7 \cdot 10^4 \cdot 0,11 = (2 \cdot 1,7 \cdot 10^4 + 2 \cdot 6,8 \cdot 10^3) \cdot u$  +1,0  
 Hieruit volgt:  $u = 0,079 \text{ m} = 7,9 \text{ cm}$ .  
 De auto ligt nu dus  $11 - 7,9 = 3,1 \text{ cm}$  hoger op de weg. +1,0
- b. Steeds meer windingen komen tegen elkaar bij inveren +0,5  
 De veer heeft dus effectief steeds minder windingen +0,5  
 De veerconstante wordt dus hoger met het verder inveren. +0,5  
 Dit past bij diagram I. +1,0

### 4 Ster

- a.  $P = \sigma AT^4$  +0,5  
 $T = [2,0 \cdot 10^{30} / (1,23 \cdot 10^{22} \cdot 5,67 \cdot 10^{-8})]^{0,25} = 7318 \text{ K}$  +1,0  
 $\lambda = k_W / T$  +0,5  
 $\lambda = 2,90 \cdot 10^{-3} / 7318 = 396 \text{ nm}$  +0,5
- b.  $\frac{1}{2}mc^2 < GmM/r$  +0,5  
 $r < 2GM/c^2$  +0,5  
 Opzoeken  $M$ ,  $G$  en  $c$  +0,5  
 $r_{\text{zwartgat}} < 2,9 \cdot 10^4 \text{ m}$  +1,0