

## Hogesnelheidstrein

### Maximumscore 4

1 □ uitkomst:  $1,3 \text{ ms}^{-2}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

De beginsnelheid is  $250 \text{ km h}^{-1} = 69,4 \text{ m s}^{-1}$ ;  $v_{\text{gem}} = \frac{1}{2}v_{\text{max}} = 34,7 \text{ m s}^{-1}$ .

$$s = v_{\text{gem}}t \text{ ofwel } t = \frac{s}{v_{\text{gem}}} = \frac{1,8 \cdot 10^3}{34,7} = 51,8 \text{ s}; \rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-69,4}{51,8} = -1,3 \text{ ms}^{-2}.$$

- gebruik van  $s = v_{\text{gem}}t$  1
- gebruik van  $v = at$  met  $v$  in  $\text{ms}^{-1}$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerkingen*

*Als gebruik gemaakt is van de formules  $s = \frac{1}{2}at^2$  en  $v = at$  : goed rekenen.*

*Wanneer  $s = vt$  is toegepast zonder notie dat  $v = \frac{1}{2}v_{\text{max}}$  : maximaal 2 punten toekennen.*

methode 2

Wet van arbeid en kinetische energie:  $\frac{1}{2}mv_e^2 - \frac{1}{2}mv_b^2 = F_w s$ .

Omdat  $F_w = ma$  geldt:  $\frac{1}{2}v_e^2 - \frac{1}{2}v_b^2 = as$ .

Invullen levert:  $0 - \frac{1}{2} \cdot 69,4^2 = a \cdot 1,8 \cdot 10^3 \rightarrow a = -1,3 \text{ ms}^{-2}$ .

- gebruik van de wet van arbeid en kinetische energie 1
- gebruik van de formules  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ,  $W = Fs$  en  $F = ma$  1
- completeren van de berekening 1

**Vraag 2/3: let op, maximumscore 1,4p (en afmeting pijl klopt wrsl. Niet)****Maximumscore 1**

- 2  antwoord: De trein remt af.

**Maximumscore 5**

- 3  antwoord:  $a = (-)1 \text{ ms}^{-2}$

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

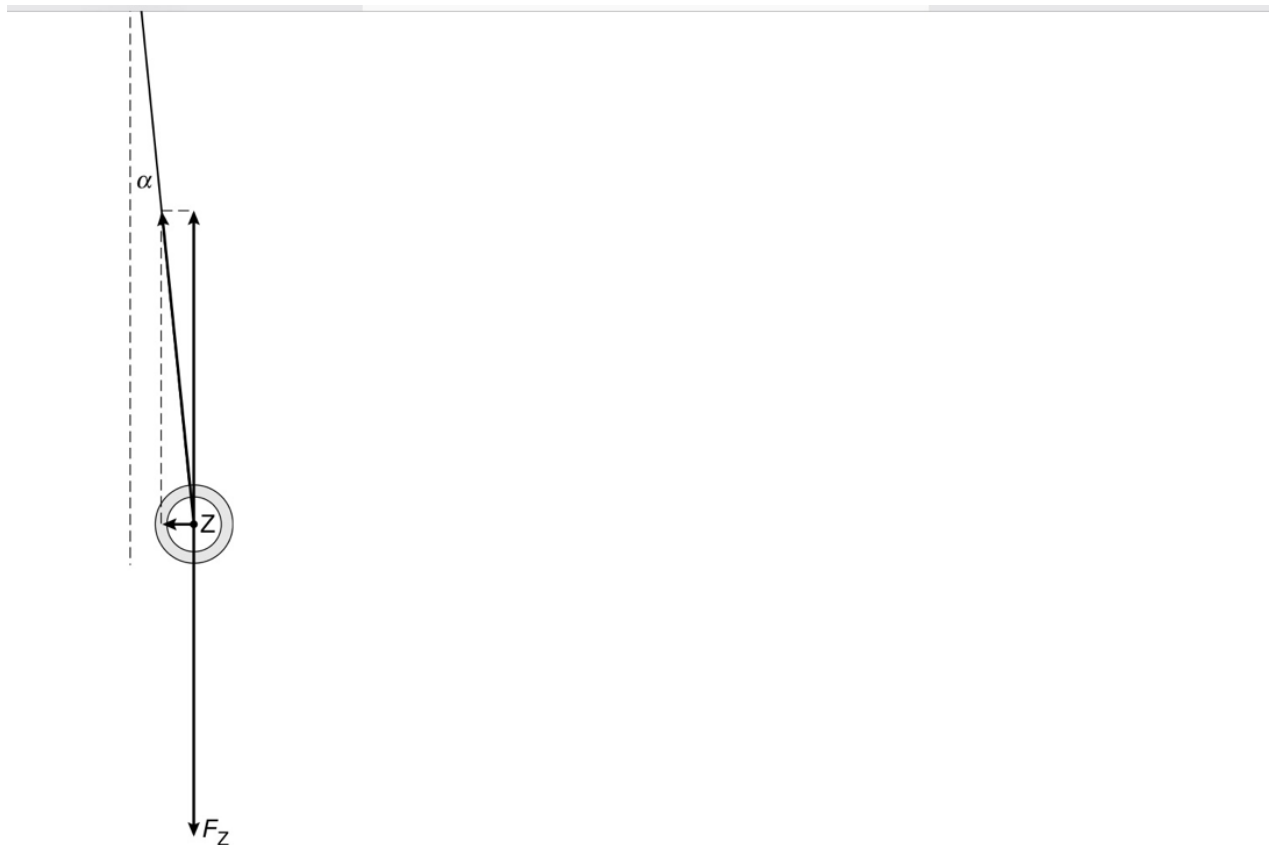
$F_z = 6,0 \text{ cm lang.}$

$F_z$  correspondeert met een kracht van  $0,092 \cdot 9,81 = 0,90 \text{ N.}$

Lengte van  $F_{\text{res}}$  is 6 mm (met een marge van 1 mm);

6 mm in de tekening komt overeen met een kracht van 0,090 N.

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{0,090}{0,092} = 1 \text{ ms}^{-2}.$$



- construeren van  $F_{\text{res}}$  1
- construeren van  $F_{\text{span}}$  en bepalen van de lengte 1
- gebruik van  $F_{\text{res}} = ma$  en  $F_z = mg$  1
- completeren van de bepaling 1

## Pioneer

**Maximum score 4**

4 Als de kinetische energie van Pioneer-10 gelijk is aan de gravitatie-energie dan geldt  $E_{\text{grav}} = E_{\text{kin}}$ .

Hieruit volgt  $G \cdot \frac{m \cdot M}{r} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ . en  $G \cdot \frac{M}{r} = \frac{1}{2} v^2$ .

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2,6 \times 1,496 \cdot 10^{11}}{365 \times 24 \times 3600} = 1,2 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

Met  $G = 6,67384 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ,  $M = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$  volgt

$$6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{1,989 \cdot 10^{30}}{r} = \frac{1}{2} \times (1,2 \cdot 10^4)^2.$$

Hieruit volgt  $r = 1,84 \cdot 10^{12} \text{ m}$ .

Omdat Pioneer-10 zich verder van de zon bevindt, is zijn gravitatie-energie kleiner dan zijn kinetische energie en is zijn snelheid ruimschoots voldoende om uit het zonnestelsel te ontsnappen.

- gebruik van  $(-)$   $G \cdot \frac{m \cdot M}{r}$
- inzicht dat geldt  $G \cdot \frac{m \cdot M}{r} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
- berekenen van  $r$
- uitleg dat de snelheid van Pioneer-10 voldoende is

## parachute

**Maximumscore 3**5  antwoord:Op kleinere hoogten is de luchtdruk groter. Dus wordt  $F_w$  groter.Als  $F_w$  groter wordt dan  $F_z$ , neemt de snelheid af.• inzicht dat  $p$  tijdens de val toeneemt 1• inzicht dat  $F_w$  groter wordt als  $p$  groter wordt 1*Opmerking**Een redenering met een constante  $F_w$ : maximaal 1 punt.***Maximumscore 5**6  uitkomst:  $W = (-)7,1 \cdot 10^5$  J

voorbeeld van een bepaling:

Als de parachute open gaat, is de snelheid  $72 \text{ ms}^{-1}$ ; als de parachutist op de grond komt is zijn snelheid  $7,0 \text{ ms}^{-1}$ . De afname van de kinetische energie is dus

$$\Delta E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot 75 \cdot (72^2 - 7,0^2) = 1,93 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Het hoogteverschil is 700 m, dus  $\Delta E_z = (-)75 \cdot 9,8 \cdot 700 = (-)5,15 \cdot 10^5 \text{ J.}$ De arbeid verricht door de luchtwrijvingskracht is dus  $-1,93 \cdot 10^5 - 5,15 \cdot 10^5 = -7,1 \cdot 10^5 \text{ J.}$ • inzicht dat  $(-)W = |\Delta E_{\text{kin}}| + |\Delta E_z|$  1• berekenen van  $|\Delta E_{\text{kin}}|$  of van  $\Delta E_{\text{kin}}$  1• berekenen van  $|\Delta E_z|$  of van  $\Delta E_z$  1• completeren van de bepaling 1

## Sprinkhaan

### Maximumscore 5

7 □ uitkomst: 51%

voorbeeld van een bepaling:

De veerenergie kan worden bepaald uit de oppervlakte onder de  $(F, u)$ -grafiek van 0 tot 4,0 cm. Om deze oppervlakte zo goed mogelijk te kunnen bepalen moet een rechte lijn bij de meetpunten worden getrokken. De veerenergie volgt dan uit

$E_v = \frac{1}{2} \cdot 7,5 \cdot 4,0 \cdot 10^{-2} = 0,15 \text{ J}$ . Uit figuur 3 volgt dat de zwaarte-energie in het hoogste punt van de sprong gelijk is aan  $E_z = mgh = 6,2 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot (1,22 + 0,04) = 7,66 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ .

Er is dus tijdens de sprong  $\frac{0,0766}{0,15} \cdot 100\% = 51\%$  veerenergie omgezet in zwaarte-energie.

- rechte lijn door de oorsprong en het punt (4,0 cm ; 7,5 N) (met een marge van 0,2 N) 1
- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek de veerenergie voorstelt of inzicht  $E_v = \frac{1}{2}Cu^2$  1
- gebruik van  $E_z = mgh$  met  $h = 1,26 \text{ m}$  1
- inzicht dat gevraagde antwoord  $\frac{E_z}{E_v} \cdot 100\%$  is 1
- completeren van de bepaling 1

*Opmerking*

*Indien  $h = 1,22 \text{ m}$  genomen: goed rekenen.*

8 □ uitkomst:  $h = 1,8 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

De tijd die de sprong duurt volgt uit:  $x = v_x t \rightarrow 2,3 = 5,0t \rightarrow t = 0,46 \text{ s}$ .

De valafstand  $y$  bedraagt:  $y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot 0,46^2 = 1,04 \text{ m}$ .

De hoogte  $h = 1,04 + 0,78 = 1,8 \text{ m}$ .

- gebruik van  $s=vt$  1
- gebruik  $\Delta v=a \cdot \Delta t$  1
- gebruik van de gemiddelde verticale snelheid voor bepalen valhoogte 1
- completeren van de berekening 1

## Bungeejump

**Maximumscore 3**

- 9
- 
- uitkomst:
- $v = 17 \text{ m s}^{-1}$

voorbeelden van berekeningen:

methode 1

Uit  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$  volgt  $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 15} = 17 \text{ m s}^{-1}$ .

- gebruik van  $mgh$  of van  $\frac{1}{2}mv^2$
- inzicht  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$
- completeren van de berekening

1  
1  
1

methode 2

Er geldt:  $s = \frac{1}{2}at^2$ , dus  $15 = \frac{1}{2}9,81 \cdot t^2$ . Hieruit volgt  $t = 1,75 \text{ s}$ .Dus  $v = at = 9,81 \cdot 1,75 = 17 \text{ m s}^{-1}$ .

- gebruik van  $s = \frac{1}{2}at^2$
- gebruik van  $v = at$
- completeren van de berekening

1  
1  
1

**Maximumscore 2**

- 10
- 
- antwoord: Tussen R en E geldt
- $F_z > F_v$
- . Dus tussen R en E is de resulterende kracht op Joop omlaag gericht. Hij versnelt daar dus, omdat hij al omlaag beweegt.

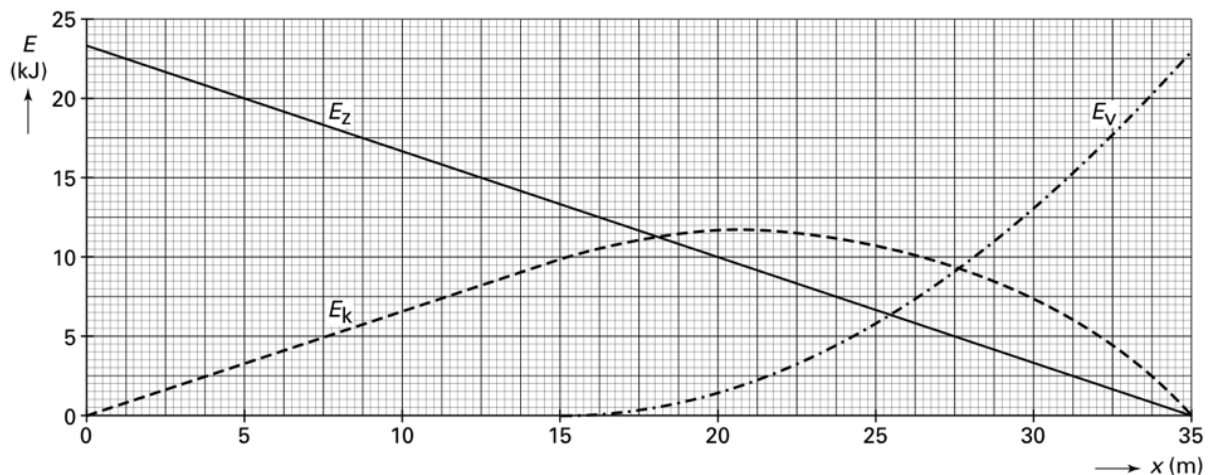
- inzicht dat boven E geldt  $F_z > F_v$
- conclusie op basis van een consistente redenering

1  
1

11 was geen vraag

**Maximumscore 4**

- 12
- 
- antwoord: De som van
- $E_z$
- ,
- $E_v$
- en
- $E_k$
- is constant, te weten
- $E_z(0) = 23 \text{ kJ}$
- . Daarom geldt voor de kinetische energie:
- $E_k(x) = 23 \text{ kJ} - E_z(x) - E_v(x)$
- . Zie figuur.



- inzicht dat de som van  $E_z$ ,  $E_v$  en  $E_k$  constant is
- grafiek recht voor  $0 \text{ m} \leq x \leq 15 \text{ m}$
- bepalen van  $E_k$  voor begin- en eindpunt
- tekenen van de grafiek

1  
1  
1  
1

**Maximumscore 2**

- 13
- 
- antwoord: Als er geen wrijvingskrachten (in het koord en de lucht) waren, dan zou de bungee jumper een ongedempte trilling gaan uitvoeren. In werkelijkheid wordt de trilling gedempt en komt de jumper in punt E tot stilstand.

inzicht in demping

2