

Fietshelm

1 maximumscore 3

uitkomst: 1,50 m

voorbeeld van een antwoord:

Zwaarte-energie wordt omgezet in kinetische energie. Dus er geldt:

$$\Delta E_z = \Delta E_k.$$

Invullen van de formules voor deze energieën geeft: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$, dus

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{5,42}{2 \cdot 9,81} = 1,50 \text{ m.}$$

- inzicht in de wet van behoud van energie 1
- gebruik van $E_z = mgh$ en $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Tijdens de botsing ondervindt het hoofd een (gemiddelde) remkracht F_{res} over een remweg die gelijk is aan 20 mm. De verrichte arbeid is gelijk aan de verandering van de kinetische energie: $W = \Delta E_k$, dus $F_{\text{res}}s = \frac{1}{2}mv^2$. Met $F_{\text{res}} = ma$ volgt hieruit voor de gemiddelde versnelling van het hoofd:

$$a_{\text{gem}} = \frac{v^2}{2s} = \frac{5,42^2}{2 \cdot 0,020} = 7,3 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-2}. \text{ Dit is gelijk aan } 75 \text{ g en dus minder}$$

dan de gestelde norm van 250 g.

- gebruik van $\Sigma W = \Delta E_k$ 1
- gebruik van $W = F_{\text{res}}s$ en $F = ma$ 1
- completeren van de berekening van a 1
- vergelijken van a met de normwaarde 1

Vraag	Antwoord	Scores
3	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: In een (a,t)-diagram is de oppervlakte onder de grafiek gelijk aan de grootte van de snelheidsverandering. (De eindsnelheid is nul, dus de snelheidsverandering is gelijk aan de snelheid waarmee het dummyhoofd de plaat raakt.) Je moet dus de oppervlakten onder beide grafieken bepalen en vergelijken. (Deze blijken dan bij benadering gelijk te zijn aan elkaar.)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat het oppervlak onder een (a,t)-grafiek gelijk is aan de snelheidsverandering • inzicht dat beide oppervlakken vergeleken moeten worden 		<p>1</p> <p>1</p>
4	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: In figuur 5 is te zien dat elk van de drie grafieken sterk naar boven afbuigt wanneer de indrukking de 20 mm nadert. De grote kracht die in de buurt van 20 mm optreedt leidt ook tot grote versnellingen. En dit wil je juist voorkomen bij een helm.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de kracht sterk toeneemt als de indrukking 20 mm nadert • inzicht in het verband tussen kracht en versnelling 		<p>1</p> <p>1</p>
5	<p>maximumscore 2</p> <p>uitkomst: $7 \cdot 10^5$ (N m⁻¹)</p> <p>voorbeeld van een antwoord: Voor $x = 0,001$ moeten beide functies aan elkaar gelijk zijn. Invullen in regel 4 geeft: $F_p = \frac{19,8}{(0,020 - 0,001)^{0,9}} = 7,0 \cdot 10^2$ (N) Invullen in regel 2 geeft vervolgens: $7,0 \cdot 10^2 = C \cdot 0,001$ Dus $C = 7 \cdot 10^5$ (Nm⁻¹).</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat beide functies voor F_p aan elkaar gelijk zijn voor $x = 0,001$ • completeren van de berekening 		<p>1</p> <p>1</p>
6	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: $F_{\text{res}} = F_z - F_p$</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • teken voor F_z positief • F_z en F_p tegengesteld van teken 		<p>1</p> <p>1</p>

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

7 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De maximale versnelling hangt samen met de grootste steilheid van de grafiek. Het steilste stuk (dus het laatste stuk) van de grafieken van 15 kg m^{-3} en 51 kg m^{-3} zijn steiler dan het steilste stuk van de grafiek van 31 kg m^{-3} . Het piepschuim van 31 kg m^{-3} geeft de kleinste maximale versnelling (en voldoet dus het beste).

- inzicht dat gekeken moet worden naar de maximale steilheid bij elk van de drie grafieklijnen 1
- consequente conclusie 1