

Pariser Kanone

1 maximumscore 3

uitkomst: $L = 34$ m (met een marge van 2 m)

voorbeeld van een bepaling:

De lengte van de loop is gelijk aan de door de granaat afgelegde weg. Deze volgt uit de oppervlakte onder de grafiek van figuur 2a: $L = 34 \pm 2$ m.

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafieklijn gevraagd wordt 1
- bepalen van de oppervlakte onder de grafiek 1
- completeren van de bepaling 1

2 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Aflezen in figuur 2b op $t = 0,01$ s levert: $F_{\text{res}} = 6,6 \cdot 10^6$ N.

Aflezen in figuur 2a van de helling van de raaklijn op $t = 0,01$ s levert:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1,8 \cdot 10^3}{0,034 - 0,0035} = 5,90 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-2}.$$

Er geldt: $F_{\text{res}} = ma$. Invullen levert: $m = \frac{F_{\text{res}}}{a} = \frac{6,6 \cdot 10^6}{5,90 \cdot 10^4} = 112$ kg.

Het verschilpercentage met de waarde uit de tabel is

$$\frac{112 - 106}{106} = 0,057 = 5,7\%. \text{ (Dit valt binnen de marge van 10\%.)}$$

- inzicht dat in beide figuren afgelezen moet worden op hetzelfde tijdstip 1
- gebruik van $F_{\text{res}} = ma$ 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (voor de raaklijn) in figuur 2a 1
- uitrekenen van het verschilpercentage 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- De bepaling mag op elk tijdstip in de grafieken gedaan worden.
- Als de kandidaat geen eenheid geeft bij de berekening van de massa, dit niet aanrekenen.
- Bij deze vraag hoeft geen rekening gehouden te worden met significantie.

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

3 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0,26 = 26\%$

voorbeeld van een berekening:

Bij het ontbranden van 180 kg buskruit komt $180 \cdot 3,0 \cdot 10^6 = 5,4 \cdot 10^8$ J energie vrij. Deze energie wordt omgezet in onder andere kinetische energie van de granaat.

Daarvoor geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 106 \cdot 1640^2 = 1,43 \cdot 10^8$ J.

Dus geldt: $\eta = \frac{E_k}{E_{ch}} = \frac{1,43 \cdot 10^8}{5,4 \cdot 10^8} = 0,26 = 26\%$.

- inzicht dat $\eta = \frac{E_k}{E_{ch}}$ 1
- gebruik van $E_{ch} = r_m m$ 1
- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Als de kandidaat de massa gebruikt die hij/zij berekend heeft in vraag 2, dit niet aanrekenen.
- Als de kandidaat bij de nuttige energie toch rekening houdt met de toename van de zwaarte-energie, dit niet aanrekenen.

4 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Het model moet stoppen als de granaat de grond raakt.
- (In de y-richting werkt, naast een luchtweerstand, ook de zwaartekracht op de granaat, in negatieve richting:) $F_y = -F_z - F_{wy}$.
- $A = \pi r^2 = \pi \cdot 0,10^2 = 3,1 \cdot 10^{-2}$ (m²).

- inzicht dat het model moet stoppen als de granaat de grond raakt 1
- inzicht dat $F_y = -F_z - F_{wy}$ 1
- gebruik van $A = \pi r^2$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- De formulering van de antwoorden hoeft niet volgens de afspraken van een computermodel te zijn.
- Bij de beantwoording hoeven geen modelregels gebruikt te worden.
- Bij de waarde voor A hoeft de eenheid niet gegeven te worden.

Vraag	Antwoord	Scores
5	maximumscore 2 voorbeeld van een antwoord: De granaat komt terug op de grond met een lagere snelheid in de y -richting dan dat hij weggeschoten wordt (zonder rekening te houden met de richting van de snelheid). De absolute waarde van de steilheid van de raaklijn is in figuur 4a aan het eind kleiner dan aan het begin. Hieruit volgt dat figuur 4a het (y,t) -diagram is.	
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de granaat met een kleinere snelheid in de y-richting terugkomt dan dat hij is weggeschoten 	1
	<ul style="list-style-type: none"> consequente conclusie 	1
6	maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord: – De granaat heeft gedurende de hele vlucht een snelheid in de x -richting. – Tijdens de val werken er twee krachten op de granaat, de zwaartekracht en de luchtwrijving. (Doordat de dichtheid van de atmosfeer toeneemt bij het naar beneden gaan zal ook de luchtwrijving groter worden, bij dezelfde snelheid.) De granaat zal door de grote luchtwrijving een resulterende kracht tegen de bewegingsrichting ondervinden. De granaat vertraagt daardoor.	
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de granaat gedurende de hele vlucht een snelheid in de x-richting heeft 	1
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de luchtwrijving groot is (bij dezelfde snelheid) (als de luchtdichtheid toeneemt) 	1
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat er daardoor (een component van) de resulterende kracht tegen de bewegingsrichting is 	1
7	maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord: – De oppervlakte onder de grafieklijn geeft de lengte van de baan van de granaat. Fabian wil echter de horizontale afstand die de granaat aflegt, bepalen. – Aangezien de baan van de granaat een kromme is, zal de lengte van de baan groter zijn dan de gezochte afstand. Fabian komt uit op een te grote afstand.	
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat de oppervlakte onder de grafieklijn de lengte van de baan van de granaat is 	1
	<ul style="list-style-type: none"> inzicht dat het niet over deze baanlengte gaat, maar over de horizontale afstand 	1
	<ul style="list-style-type: none"> consequente conclusie 	1

Opmerking

Een antwoord uitgaande van het inzicht dat $v_x < v$ goed rekenen.