

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Sprint

1 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De snelheid is constant omdat het (s,t) -diagram (vanaf 4 seconde) een rechte lijn is.

De snelheid is gelijk aan de helling van de lijn (vanaf 4 seconde):

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{69}{5,9} = 11,7 \text{ ms}^{-1}.$$

- inzicht dat een rechte lijn in het (s,t) -diagram betekent dat de snelheid constant is 1
- aantonen dat $v = 11,7 \text{ ms}^{-1}$ 1

2 maximumscore 3

uitkomst: $F = 2,3 \cdot 10^2 \text{ N}$ (met een marge van $0,1 \cdot 10^2 \text{ N}$)

voorbeeld van een bepaling:

De versnelling a is te bepalen uit de helling van het (v,t) -diagram.

$$\text{Dit geeft: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{11,7}{4,0} = 2,93 \text{ ms}^{-2}.$$

Er geldt: $F = ma$. Invullen levert: $F = ma = 80 \cdot 2,93 = 2,3 \cdot 10^2 \text{ N}$.

- gebruik van $F = ma$ 1
- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 1
- completeren van de bepaling 1

Vraag	Antwoord	Scores
3	<p>maximumscore 3 voorbeelden van een antwoord:</p> <p>methode 1 De afgelegde weg in de eerste 4 seconde is gelijk aan de oppervlakte onder het (v,t)-diagram. Hieruit volgt $x = \frac{1}{2} \cdot 4,0 \cdot 11,7 = 23 \text{ m}$. Aflezen uit figuur 2 levert dat de afgelegde afstand na 4 seconde gelijk is aan 31 m. (Dus de figuren zijn niet met elkaar in overeenstemming.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat de afgelegde weg gelijk is aan de oppervlakte onder het (v,t)-diagram 1 • aflezen van de afgelegde afstand na 4 seconde in figuur 2 1 • completeren van het antwoord 1 <p>methode 2 De beweging is in de eerste 4 seconde éénparig versneld. Dus geldt voor de afstand: $s(t) = \frac{1}{2}at^2$. Invullen levert: $s(4) = \frac{1}{2} \cdot 2,9 \cdot 4,0^2 = 23 \text{ m}$. Aflezen uit figuur 2 levert dat de afgelegde afstand na 4 seconde gelijk is aan 31 m. (Dus de figuren zijn niet met elkaar in overeenstemming.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $s(t) = \frac{1}{2}at^2$ 1 • aflezen van de afgelegde afstand na 4 seconde in figuur 2 1 • completeren van het antwoord 1 <p><i>Opmerking</i> Als een leerling de snelheid op een punt bepaalt door een raaklijn te tekenen in de figuur op de uitwerkbijlage en deze snelheid vergelijkt met figuur 3: uiteraard goed rekenen.</p>	
4	<p>maximumscore 3 voorbeeld van een antwoord:</p> <p>Er geldt: $E_k = Pt = \frac{1}{2}mv^2$. Omdat P constant is, volgt hieruit dat v^2 recht evenredig is met t. Ofwel: $v = k\sqrt{t}$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat $E = Pt$ 1 • inzicht dat $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 1 • inzicht dat v^2 recht evenredig is met t 1 	

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

5 maximumscore 5

voorbeeld van een antwoord:

Invullen van formule (1) levert: $11,7 = k\sqrt{4,0}$. Hieruit volgt: $k = 5,85$.

In de afgeleide van formule (2) is de factor vóór t gelijk aan $1,5 \cdot 3,9 = 5,85$.

Dat klopt.

De exponent van t in formule (2) is 1,5. Volgens de gegeven regel moet de snelheidsfunctie dan een t -exponent hebben van $1,5 - 1 = 0,5$.

Dat klopt ook. Dus hypothese 2 wordt bevestigd.

Na 4 seconde geldt: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 0,5 \cdot 80 \cdot 11,7^2 = 5,48 \cdot 10^3 \text{ J}$.

Voor het vermogen geldt dan: $P = \frac{E_k}{t} = \frac{5,48 \cdot 10^3}{4,0} = 1,4 \text{ kW}$.

- | | |
|--|---|
| • uitrekenen van k met formule (1) | 1 |
| • constateren dat de waarde van k overeenkomt met $1,5 \cdot 3,9 = 5,85$ | 1 |
| • inzicht dat de snelheidsfunctie een t -exponent moet hebben van 0,5 | 1 |
| • gebruik van $P = \frac{E_k}{t}$ met $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ | 1 |
| • completeren van de deelantwoorden | 1 |

Opmerking

Het laatste scorepunt wordt verkregen als de waarde van k en de grootte van het constante vermogen correct zijn.

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

Opgave 2 Stad van de Zon

6 maximumscore 3

uitkomst: $A = 2,9 \cdot 10^4 \text{ m}^2$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$.

Invullen levert: $P_{\text{str}} = \frac{P_{\text{elektr}}}{\eta} = \frac{3,75 \cdot 10^6}{0,13} = 2,88 \cdot 10^7 \text{ W}$.

Bij volle zon geldt: $I = 1000 \text{ W m}^{-2}$.

Hieruit volgt: $A = \frac{2,88 \cdot 10^7}{1000} = 2,9 \cdot 10^4 \text{ m}^2$.

- gebruik van $\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100\%$ met $P_{\text{nuttig}} = 3,75 \cdot 10^6 \text{ W}$ 1
- inzicht dat $A = \frac{P_{\text{str}}}{I}$ 1
- completeren van de berekening 1

7 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt: $P_{\text{gem}} = 0,10 P_{\text{max}}$.

Voor de energie die de zonnepanelen leveren geldt dan:

$E = Pt = 0,10 \cdot 3,75 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1,18 \cdot 10^{13} \text{ J} = 3,29 \cdot 10^6 \text{ kWh}$.

Dit is genoeg voor het aantal huishoudens: $n = \frac{3,29 \cdot 10^6}{3656} = 899$.

Dit is kleiner dan de geplande 1600. Dus de zonnepanelen leveren niet voldoende energie.

- omrekenen van piekvermogen naar gemiddeld vermogen 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- delen van de totale energie door het gemeenschappelijk verbruik per huishouden of delen van de totale energie door het aantal huishoudens 1
- consequente conclusie 1

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

methode 2

Er is nodig voor de hele wijk aan energie: $E = 1600 \cdot 3656 = 5,850 \cdot 10^6$ kWh.

Er geldt: $P_{\text{gem}} = 0,10 P_{\text{max}}$.

Voor de energie die de zonnepanelen leveren geldt dan:

$E = Pt = 0,10 \cdot 3,75 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 1,18 \cdot 10^{13}$ J = $3,29 \cdot 10^6$ kWh.

Dus de zonnepanelen leveren niet voldoende energie.

- uitrekenen van de totale benodigde energie 1
- omrekenen van piekvermogen naar gemiddeld vermogen 1
- gebruik van $E = Pt$ 1
- consequente conclusie 1

8 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

0 hoort bij 0 V en ∞ hoort bij 18 V

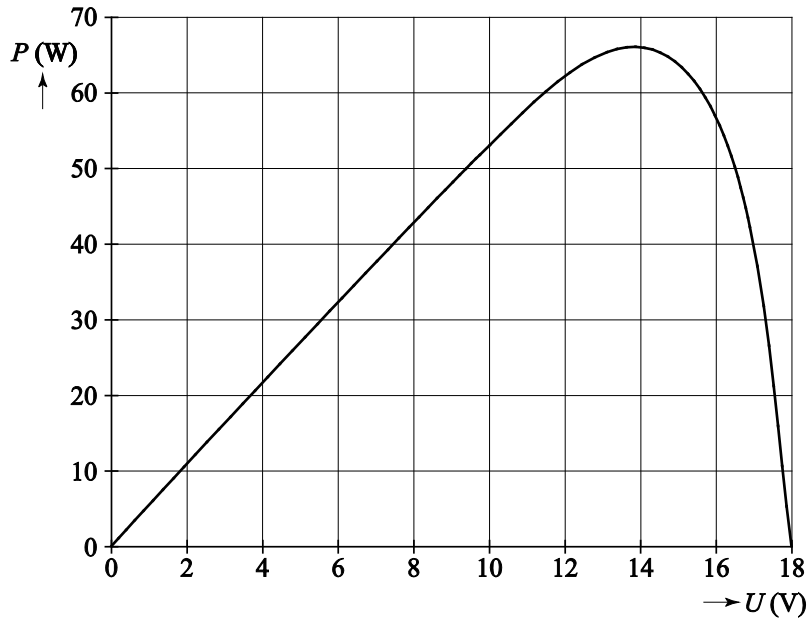
Bij een weerstand van $2,5 \Omega$ geldt: $\frac{U}{I} = 2,5$.

Trekken van een rechte lijn in de grafiek door de punten (0,0) en (10 V , 4 A) of uitproberen, levert het punt (12,5 V , 5,0 A) (met marges van 0,5 V en 0,2 A).

- inzicht dat 0 hoort bij $U = 0$ V en dat ∞ hoort bij $I = 0$ A 1
- inzicht dat bij een weerstand van $2,5 \Omega$ geldt: $\frac{U}{I} = 2,5$ 1
- completeren van het antwoord 1

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

9 maximumscore 4
voorbeeld van een antwoord:



Het maximale vermogen wordt geleverd bij: $U = 14 \text{ V}$.

Dus: $R = \frac{U}{I} = \frac{14}{4,6} = 3,0 \Omega$.

- | | |
|--|---|
| • gebruik van $P = UI$ | 1 |
| • tekenen van de juiste grafiek | 1 |
| • gebruik van $R = \frac{U}{I}$ bij P_{\max} | 1 |
| • completeren van het antwoord | 1 |

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

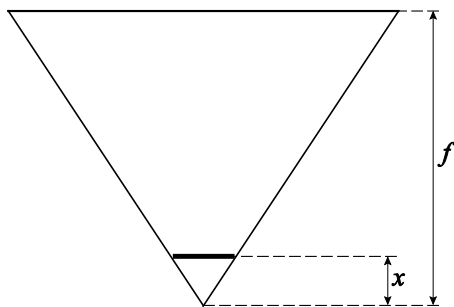
10 maximumscore 4

uitkomst: $d_{\text{lens}} = 0,22 \text{ m}$ en $f = 0,45 \text{ m}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: concentratiefactor = $\frac{A_{\text{lens}}}{A_{\text{cel}}} = \frac{d_{\text{lens}}^2}{d_{\text{cel}}^2}$. Invullen levert: $25 = \frac{d_{\text{lens}}^2}{0,044^2}$.

Hieruit volgt: $d_{\text{lens}} = 5 \cdot 0,044 = 0,22 \text{ m}$.



Uit bovenstaande schets blijkt: $\frac{d_{\text{cel}}}{d_{\text{lens}}} = \frac{x}{f}$.

Voor de afstand s tussen de lens en de zonnecel geldt: $s = f - x$,
 dus geldt: $x = f - s$.

Invullen levert: $\frac{0,044}{0,22} = \frac{f - 0,36}{f} \rightarrow f = 0,45 \text{ m}$.

- inzicht dat concentratiefactor = $\frac{A_{\text{lens}}}{A_{\text{cel}}} = \frac{d_{\text{lens}}^2}{d_{\text{cel}}^2}$ 1
- inzicht dat $\frac{d_{\text{cel}}}{d_{\text{lens}}} = \frac{x}{f}$ 1
- inzicht dat $x = f - s$ 1
- completeren van de berekeningen 1

Opmerking

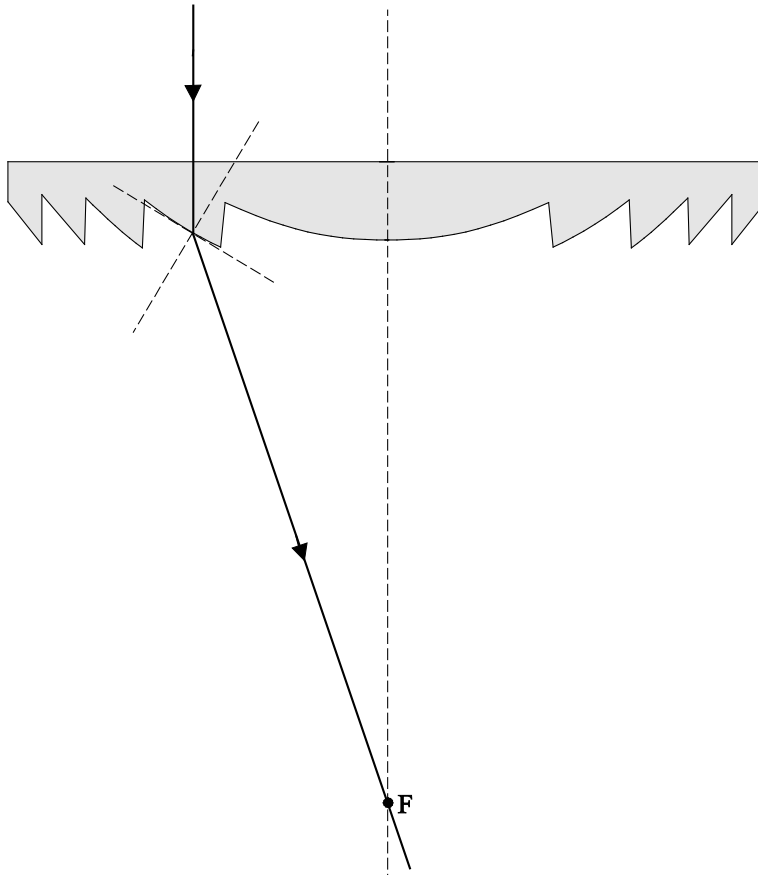
Als de kandidaat ervan uitgaat dat geldt: $s = x + f$, ofwel: $x = s - f$: goed rekenen.

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

11 maximumscore 5

uitkomst: $n = 1,5$

voorbeeld van een bepaling:



Een straal evenwijdig aan de hoofdas gaat na de lens door het brandpunt. Er vindt alleen breking plaats bij de overgang van glas naar lucht.

Hiervoor geldt: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$.

Opmeten uit de figuur levert voor deze breking: $i = 30^\circ$ en $r = 49^\circ$. Invullen levert $n = 1,5$.

- inzicht dat de lichtstraal bij het bovenste grensvlak niet breekt 1
- inzicht dat de lichtstraal na het onderste grensvlak door het brandpunt gaat 1
- gebruik van $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$ 1
- opmeten van i en r (met marges van 2°) 1
- completeren van de bepaling 1

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

Opgave 3 Springdrum

12 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

3 trillingen komen overeen met 0,010 s.

$$\text{Hieruit volgt: } T = \frac{0,010}{3} = 3,33 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

$$\text{Voor de grondfrequentie geldt dus: } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3,33 \cdot 10^{-3}} = 3,0 \cdot 10^2 \text{ Hz.}$$

- aflezen van de trillingstijd uit de figuur 1
- uitrekenen van f 1

13 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De lengte van de veer bedraagt ongeveer 50 cm, dus de golflengte is ongeveer 40 cm.

In één trillingstijd legt de golf één golflengte af.

Invullen van $s = vt$ levert: $0,4 = 2T$.

Dus $T = 0,2$ s, en dus $f = 5$ Hz.

(Dus is de veronderstelling van Sandra onjuist.)

- schatten van λ 1
- inzicht dat in één trillingstijd de golf één golflengte aflegt 1
- consequente conclusie 1

methode 2

De lengte van de veer bedraagt ongeveer 50 cm, dus de golflengte is ongeveer 40 cm.

Bij een frequentie van 300 Hz geldt voor de golfsnelheid:

$$v = f\lambda = 300 \cdot 0,40 = 1,2 \cdot 10^2 \text{ ms}^{-1}.$$

(Dus is de veronderstelling van Sandra onjuist.)

- schatten van λ 1
- inzicht dat $v = f\lambda$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opmerkingen

- Als de leerling de lengte van de veer gelijkstelt aan één golflengte en niet aan $\frac{5}{4}$ golflengte: niet aanrekenen.
- De schatting van de golflengte mag liggen tussen 20 cm en 80 cm.

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

14 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

De trillingsrichting van de longitudinale golf in de veer komt overeen met de trillingsrichting van het vel.

15 maximumscore 5

uitkomst: het is de 6e boventoon

voorbeeld van een berekening:

Voor de longitudinale golfsnelheid geldt: $v_L = 0,46 \cdot \sqrt{\frac{128}{0,015}} = 42,5 \text{ ms}^{-1}$.

Voor de golf geldt: $v = \lambda f$. Invullen levert: $\lambda = \frac{42,5}{300} = 0,142 \text{ m}$.

Voor de staande longitudinale golf geldt: $\ell = (2n-1)\frac{1}{4}\lambda$.

Invullen levert: $0,46 = (2n-1)\frac{1}{4} \cdot 0,142$.

Dit geeft $n = 7$. Het is dus de 6e boventoon.

- invullen van $v_L = \ell \cdot \sqrt{\frac{C}{m}}$ met $m = 0,015 \text{ kg}$ 1
- gebruik van $v = \lambda f$ 1
- inzicht dat $\ell = (2n-1)\frac{1}{4}\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1
- noemen van de juiste boventoon 1

Opmerking

Als de kandidaat een rekenfout maakt en daardoor voor n een niet geheel getal krijgt, mag de kandidaat voor het noemen van de boventoon naar boven of naar beneden afronden. (Stel dat de kandidaat uit de berekening krijgt $n = 8,4$, dan mag de 8e boventoon goed gerekend worden en ook de 9e boventoon.)

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

Opgave 4 Op zoek naar Higgs

16 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Het magneetveld is van de lezer af gericht. De lorentzkracht is in het vlak van tekening naar beneden gericht. Uit een richtingsregel volgt dat de stroom van rechts naar links gaat in het vlak van tekening. Omdat het deeltje van links naar rechts beweegt, is de lading van de deeltjes negatief. Het deeltje is dus een muon.

- tekenen van de richting van de lorentzkracht 1
- inzicht dat de bewegingsrichting tegengesteld is aan de stroomrichting 1
- consequente conclusie 1

17 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Een deeltje en zijn antideeltje hebben tegengestelde ladingen. Dus werkt de lorentzkracht op het antideeltje in de andere richting, vergeleken met zijn bewegingsrichting. Dus is b het goede antwoord.

- inzicht dat een deeltje en antideeltje tegengestelde ladingen hebben 1
- consequente conclusie 1

Opmerkingen

- *Als bij de uitleg alleen staat: “spiegeling” of “symmetrie”, dit niet goed rekenen.*
- *Een antwoord zonder uitleg: geen punten toekennen.*

18 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Invullen van de eenheden in de formule levert: $N\ m = TC\ m\ s^{-1}\ m$.

De formule voor de lorentzkracht luidt: $F_L = Bqv$. Invullen van deze

formule levert: $N = TC\ m\ s^{-1}$.

Combineren van beide levert: $N\ m = N\ m$.

- inzicht dat $N = TC\ m\ s^{-1}$ 1
- completeren van het antwoord 1

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

19 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Als deeltjes afremmen wordt E kleiner. Daardoor wordt r kleiner. Dus kan oorzaak I de grotere straal niet verklaren.

Als B kleiner is, dan is r groter. De straal buiten de cirkel is groter. Dus kan oorzaak II de grotere straal wel verklaren.

- inzicht dat bij afremmen E en dus r kleiner wordt 1
- completeren van de uitleg over oorzaak I 1
- inzicht dat een kleinere B een grotere r tot gevolg heeft 1
- completeren van de uitleg over oorzaak II 1

methode 2

Voor deze cirkelbeweging geldt: $F_{\text{mpz}} = F_L$. Invullen levert: $m \frac{v^2}{r} = Bqv$.

Dit levert: $r = \frac{mv}{Bq}$.

Als deeltjes afremmen wordt v kleiner. Daardoor wordt r kleiner. Dus kan oorzaak I de grotere straal niet verklaren.

Als B kleiner is, dan is r groter. De straal buiten de cirkel is groter. Dus kan oorzaak II de grotere straal wel verklaren.

- inzicht dat $r = \frac{mv}{Bq}$ 2
- completeren van de uitleg over oorzaak I 1
- completeren van de uitleg over oorzaak II 1

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

20 maximumscore 4

uitkomst: $m = 4 \cdot 10^{-26}$ kg

voorbeeld van een bepaling:

Voor de straal van de baan binnen de cirkel is de schatting: $r = 5$ m.

Invullen in de formule levert:

$$E = Bqrc = 4,2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 3 \cdot 10^8 = 1,0 \cdot 10^{-9} \text{ J.}$$

Deze energie komt overeen met een massa volgens $E = mc^2$.

Invullen levert: $1,0 \cdot 10^{-9} = m \cdot (3 \cdot 10^8)^2$. Dit levert: $m = 1,1 \cdot 10^{-26}$ kg.

Er ontstaan 4 deeltjes. Dus volgt voor de massa van het Higgs-deeltje:

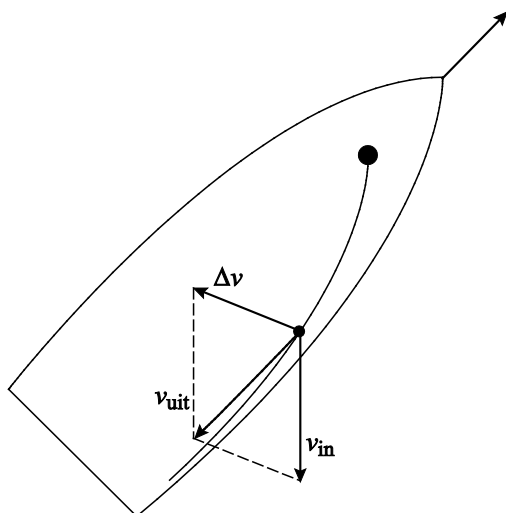
$$m = 4 \cdot 1,1 \cdot 10^{-26} = 4 \cdot 10^{-26} \text{ kg.}$$

- schatten van de straal van de baan (met een marge van 2 m) 1
- invullen van de formule met $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C en $c = 3,0 \cdot 10^8$ ms⁻¹ 1
- gebruik van $E = mc^2$ 1
- completeren van de bepaling 1

Opgave 5 Zeilen

21 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:



- inzicht dat $\vec{v}_{\text{uit}} = \vec{v}_{\text{in}} + \Delta\vec{v}$ 1
- completeren van de constructie 1

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

22 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

De richting van $\Delta \vec{v}$ is ook de richting van de kracht van het zeil op de wind. Op het zeil werkt dus een reactiekracht van de wind op het zeil die tegengesteld hieraan gericht is.

- inzicht dat de richting van $\Delta \vec{v}$ gelijk is aan de richting van de kracht van het zeil op de wind 1
- inzicht in de wisselwerkingswet 1

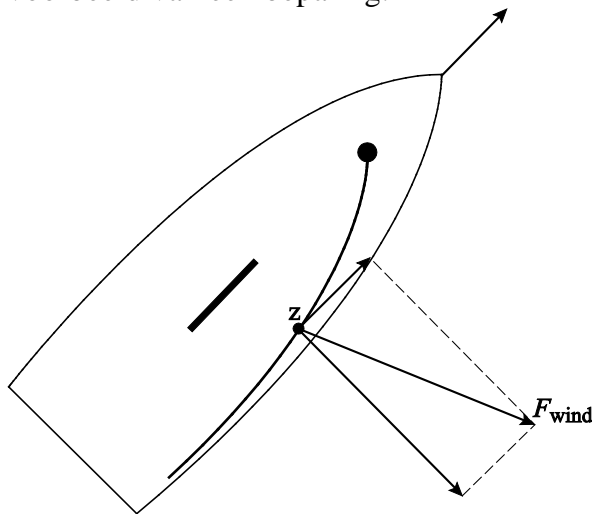
Opmerking

Als de kandidaat alleen antwoordt “wisselwerking” of “actie = reactie”: 1 scorepunt toekennen.

23 maximumscore 3

uitkomst: $v = 3,7 \text{ ms}^{-1}$ (met een marge van $0,2 \text{ ms}^{-1}$)

voorbeeld van een bepaling:



De grootte van de component van de kracht op het zeil bedraagt:

$$F_{vaarrichting} = \frac{1,3}{3,4} \cdot 450 = 1,7 \cdot 10^2 \text{ N.}$$

Aflezen uit de grafiek levert: $v = 3,7 \text{ ms}^{-1}$.

- construeren van de component van de kracht in de vaarrichting (met een marge van $0,1 \text{ cm}$) 1
- gebruik van de verhoudingsfactor 1
- completeren van de bepaling 1

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

24 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Kracht	Moment tegen de klok in	Moment met de klok mee
F_{wind}		X
$F_{\text{z boot}}$	X	
F_{zwaard}		X
$F_{\text{z Maarten}}$	X	

Er geldt: $\Sigma M = 0$.

Dus geldt: $F_{\text{wind}} r_{\text{wind}} + F_{\text{zwaard}} r_{\text{zwaard}} + F_{\text{z,boot}} r_{\text{z,boot}} + F_{\text{z,maarten}} r_{\text{z,maarten}} = 0$.

Invullen levert: $3,8 \cdot 10^2 \cdot 6,0 + 3,8 \cdot 10^2 \cdot 0,4 - 5,8 \cdot 10^2 \cdot 0,7 - 7,5 \cdot 10^2 \cdot r = 0$.

Dit levert in de tekening: $r = 2,7$ cm.

Op de tekening komt 1,4 m overeen met 3,3 cm.

Voor de werkelijke afstand geldt: $r = \frac{2,7}{3,3} \cdot 1,4 = 1,1$ m.

- inzicht dat de draairichtingen van de momenten van F_{wind} en F_{zwaard} met de klok mee zijn en de draairichtingen van de momenten van $F_{\text{z boot}}$ en $F_{\text{z Maarten}}$ tegen de klok in 1
- gebruik van de momentenwet 1
- opmeten van de drie krachttarmen in de figuur (met marges van 0,1 cm) 1
- completeren van de bepaling 1