

Beoordelingsmodel

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

Opgave 1 Tsjernobyl, ruim 20 jaar later

1 maximumscore 3

uitkomst: Het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam, is 7,1%.

voorbeelden van een berekening:

methode 1

De totale activiteit in het gebied was $3,0 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \cdot 2,0 \cdot 10^6 = 6,0 \cdot 10^{15}$ Bq.

Het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam, is

$$\frac{6,0 \cdot 10^{15}}{85 \cdot 10^{15}} \cdot 100\% = 7,1\%.$$

- inzicht dat de totale activiteit in het gebied gelijk is aan de activiteit/m² maal de oppervlakte 1
- inzicht dat het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam gelijk is aan $\frac{\text{de activiteit van het Cs-137 in het gebied}}{\text{de activiteit van het uitgestoten Cs-137}} \cdot 100\%$ 1
- completeren van de berekening 1

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

methode 2

Als alle Cs-137 in de verboden zone terecht was gekomen, zou de activiteit

daar $\frac{85 \cdot 10^{15}}{3,0 \cdot 10^3 \cdot 10^6} = 2,83 \cdot 10^7 \text{ Bq/m}^2$ zijn geweest.

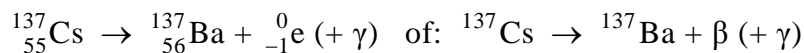
In werkelijkheid was het $2,0 \cdot 10^6 \text{ Bq/m}^2$. Het percentage Cs-137 dat in het

gebied terecht kwam, is $\frac{2,0 \cdot 10^6}{2,83 \cdot 10^7} \cdot 100\% = 7,1\%$.

- inzicht dat de activiteit/m² in het gebied gelijk is aan de totale activiteit gedeeld door de oppervlakte 1
- inzicht dat het percentage Cs-137 dat in het gebied terecht kwam gelijk is aan $\frac{\text{de activiteit/m}^2 \text{ van het Cs-137 in het gebied}}{\text{de activiteit/m}^2 \text{ als alle Cs-137 daar terecht was gekomen}} \cdot 100\%$ 1
- completeren van de berekening 1

2 maximumscore 3

antwoord:



- het elektron rechts van de pijl 1
- Ba als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

3 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:

γ -straling heeft een (veel) groter doordringend vermogen dan β -straling.

Opmerkingen

- Antwoorden in de trant van “ γ -straling heeft een groot doordringend vermogen” of “ β -straling heeft een klein doordringend vermogen”: goed rekenen.
- Als wordt gezegd dat γ -straling een grotere dracht heeft dan β -straling: goed rekenen.

Vraag	Antwoord	Scores
4	<p>maximumscore 4</p> <p>uitkomst: De persoon mag maximaal 34 (dagen) in het gebied blijven.</p> <p>voorbeeld van een antwoord: De dosislimiet per jaar voor dit soort werknemers is 1 mSv. Uit $H = Q \frac{E}{m}$ met $H = 0,001$ Sv, $Q = 1$ en $m = 75$ kg volgt dat het lichaam maximaal $E = \frac{Hm}{Q} = \frac{0,001 \cdot 75}{1} = 0,075$ J aan energie mag absorberen. Per seconde absorbeert het $2,4 \cdot 10^5 \cdot 1,06 \cdot 10^{-13} = 2,54 \cdot 10^{-8}$ J. Deze persoon mag dus $\frac{0,075}{2,54 \cdot 10^{-8}} = 2,95 \cdot 10^6$ s = $\frac{2,95 \cdot 10^6}{60 \cdot 60 \cdot 24} = 34$ dagen in het gebied blijven.</p> <ul style="list-style-type: none"> • opzoeken van de dosislimiet 1 • berekenen van de energie die het lichaam per tijdseenheid absorbeert 1 • inzicht dat de tijd die de persoon in het gebied mag blijven gelijk is aan $\frac{\text{de maximaal te absorberen energie}}{\text{de energie die per tijdseenheid wordt geabsorbeerd}}$ 1 • completeren van de berekening 1 	
5	<p>maximumscore 3</p> <p>uitkomst: De activiteit per m² is dan $1,5 \cdot 10^5$ Bq/(m²).</p> <p>voorbeeld van een berekening: De halveringstijd van Cs-137 is 30 jaar. Over 90 jaar zijn er drie halveringstijden verstreken en is de activiteit per m²: $(\frac{1}{2})^3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 = 1,5 \cdot 10^5$ Bq/(m²).</p> <ul style="list-style-type: none"> • opzoeken van de halveringstijd van Cs-137 1 • inzicht dat na n halveringstijden de activiteit per m² met $(\frac{1}{2})^n$ is afgenomen 1 • completeren van de berekening 1 	
6	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van antwoorden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bij het verbranden van de bomen komen radioactieve stoffen in de lucht (die ingeademd kunnen worden). – Door een dikke laag zand wordt de intensiteit van de straling afgezwakt. <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat bij het verbranden van de bomen radioactieve stoffen in de lucht komen 1 • inzicht dat de dikke laag zand de intensiteit van de straling afzwakt 1 	

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

Opgave 2 Elektrische deken

7 maximumscore 1

antwoord:

In deze stand zijn de draden in serie geschakeld, dus

$$R_{AB} = R_{AC} + R_{BC} = 529 + 529 = 1058 \Omega.$$

Opmerking

Als niet expliciet wordt vermeld dat de draden in serie staan: 0 punten.

8 maximumscore 3

uitkomst: $P = 50,0 \text{ W}$

voorbeelden van een berekening:

methode 1

Voor het vermogen geldt: $P = UI$, waarin $U = 230 \text{ V}$

$$\text{en } I = \frac{U}{R_{\text{totaal}}} = \frac{230}{1058} = 0,2174 \text{ A.}$$

Hieruit volgt dat $P = 230 \cdot 0,2174 = 50,0 \text{ W}$.

- gebruik van $P = UI$ 1
- inzicht dat $I = \frac{U}{R_{\text{totaal}}}$ 1
- completeren van de berekening 1

methode 2

Voor het vermogen geldt: $P = \frac{U^2}{R_{\text{totaal}}}$, waarin $U = 230 \text{ V}$ en

$$R_{\text{totaal}} = 1058 \Omega.$$

Hieruit volgt dat $P = \frac{(230)^2}{1058} = 50,0 \text{ W}$.

- inzicht dat $P = \frac{U^2}{R_{\text{totaal}}}$ 2
- completeren van de berekening 1

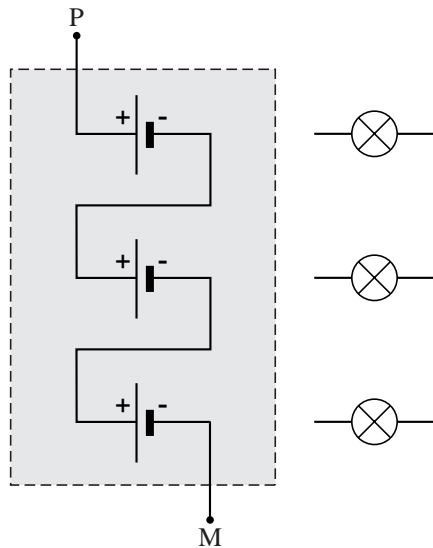
Vraag	Antwoord	Scores
9	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: In stand II loopt er alleen een elektrische stroom door de draad AC. $R_{AC} = 529 \Omega$ en dat is inderdaad tweemaal zo klein als de weerstand in stand I.</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat er in stand II alleen een elektrische stroom door de draad AC loopt • completeren van het antwoord 	<p>1</p> <p>1</p>
10	<p>maximumscore 2</p> <p>voorbeeld van een antwoord: In stand III zijn de twee draden parallel geschakeld. Dus de stroomsterkte in stand III is tweemaal zo groot als die in stand II. Daaruit volgt dat het vermogen in stand III inderdaad tweemaal zo groot is als het vermogen in stand II (want $P = UI$).</p> <ul style="list-style-type: none"> • inzicht dat in stand III de twee draden parallel geschakeld zijn • inzicht dat de stroomsterkte in stand III tweemaal zo groot is als die in stand II 	<p>1</p> <p>1</p>

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

Opgave 3 Moderne koplamp

11 maximumscore 2

antwoord:



- de batterijen in serie geschakeld 1
- de plus- en minpolen van de batterijen op de juiste manier verbonden 1

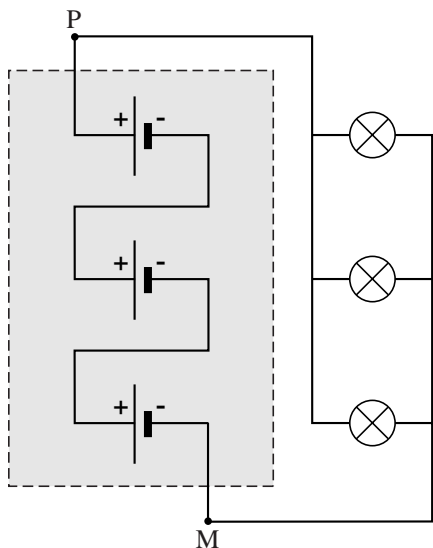
Opmerking

*Als door extra verbinding(en) een of meer batterijen zijn kortgesloten
0 punten.*

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

12 maximumscore 2

antwoord:



- de 'linkerkanten' van de lampjes verbonden met een van de polen 1
- de 'rechterkanten' van de lampjes verbonden met de andere pool 1

Opmerking

Als door extra verbinding(en) de lampjes zijn kortgesloten: 0 punten.

13 maximumscore 2

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

De stroomsterkte die de spanningsbron dan levert, is kleiner dan ervoor want de stroom door het kapotte lampje valt weg en de stroomsterkte door de andere lampjes verandert niet (of nauwelijks).

- inzicht dat de stroom door het kapotte lampje wegvalt en de stroomsterkte door de andere lampjes niet (of nauwelijks) verandert 1
- conclusie dat de spanningsbron een kleinere stroomsterkte levert 1

methode 2

Als het lampje kapot gaat, wordt de weerstand van de parallelschakeling groter.

De stroom die de spanningsbron dan levert is dus kleiner dan ervoor.

- inzicht dat de weerstand van de parallelschakeling groter wordt als het lampje kapot gaat 1
- conclusie dat de spanningsbron een kleinere stroomsterkte levert 1

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

Opgave 4 Terugkeer in de dampkring

14 maximumscore 4

uitkomst: $T = 1,52 \text{ h}$ of $5,49 \cdot 10^3 \text{ s}$

voorbeeld van een berekening:

Voor de baansnelheid van het ruimtestation geldt: $v = \frac{2\pi r}{T}$

waarin $v = 27,7 \cdot 10^3 \text{ km/h}$ en $r = 6,378 \cdot 10^3 + 340 \text{ km}$.

$$\text{Dus: } T = \frac{2\pi(6,378 \cdot 10^3 + 340)}{27,7 \cdot 10^3} = 1,52 \text{ h.}$$

- gebruik van $v = \frac{2\pi r}{T}$ 1
- inzicht $r = R_{\text{aarde}} + h$ 1
- opzoeken straal van de aarde 1
- completeren van de berekening 1

15 maximumscore 3

uitkomst: $s = 6,5 \cdot 10^6 \text{ m}$ (met een marge van $0,3 \cdot 10^6 \text{ m}$)

voorbeeld van een antwoord:

De gemiddelde snelheid is ongeveer $\frac{(7,8+0,9) \cdot 10^3}{2} = 4,35 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

De afgelegde afstand is dan $4,35 \cdot 10^3 \cdot 15 \cdot 10^2 = 6,5 \cdot 10^6 \text{ m}$.

- bepalen van de gemiddelde snelheid 1
- gebruik van $s = v_{\text{gem}} t$ 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- Als gerekend is met $s = vt$, waarin voor v niet de gemiddelde waarde is ingevuld: 0 punten.
- Als de afgelegde afstand bepaald is met behulp van de oppervlakte onder de (v,t) -grafiek: goed rekenen.

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

16 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

De mechanische energie die tussen A en B in warmte wordt omgezet, is gelijk aan $(E_{zA} + E_{kA}) - (E_{zB} + E_{kB})$, waarin:

$$E_{zA} = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ J}, \quad E_{kA} = \frac{1}{2} m v_A^2 = 0,5 \cdot 92 \cdot 10^3 \cdot (7,8 \cdot 10^3)^2 = 2,80 \cdot 10^{12} \text{ J},$$

$$E_{zB} = 7,2 \cdot 10^9 \text{ J} \text{ en } E_{kB} = \frac{1}{2} m v_B^2 = 0,5 \cdot 92 \cdot 10^3 \cdot (0,8 \cdot 10^3)^2 = 2,94 \cdot 10^{10} \text{ J}.$$

Er wordt dus $(1,1 \cdot 10^{11} + 2,80 \cdot 10^{12}) - (7,2 \cdot 10^9 + 2,94 \cdot 10^{10}) = 2,87 \cdot 10^{12} \text{ J}$ warmte ontwikkeld.

Per seconde is dat gemiddeld $\frac{2,87 \cdot 10^{12}}{15 \cdot 10^2} = 1,9 \cdot 10^9 \text{ J}$.

- inzicht dat de mechanische energie die tussen A en B in warmte wordt omgezet gelijk is aan $(E_{zA} + E_{kA}) - (E_{zB} + E_{kB})$
(of $(E_{zA} - E_{zB}) + (E_{kA} - E_{kB})$) 1
- bepalen van E_{kA} en E_{kB} 1
- gebruik van $P = \frac{\Delta E}{t}$ 1
- completeren van het antwoord 1

17 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

- Het smeltpunt van het materiaal moet hoog zijn, want anders zou het hitteschild kunnen smelten als de temperatuur hoog wordt.
- De dichtheid van het materiaal moet klein zijn, want anders wordt de space shuttle te zwaar (en is er te veel energie nodig om op te stijgen).
- De warmtegeleidingscoëfficiënt moet klein zijn, want de warmte mag niet makkelijk (of snel) naar de capsule worden getransporteerd.

per juiste zin 1

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

Opgave 5 Echoput

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

Uit de registratie blijkt dat de tijd tussen de klap en het horen van de echo 0,50 s is. Bij 20 °C is de geluidssnelheid 343 m/s.

Het geluid legt een afstand af gelijk aan $vt = 343 \cdot 0,50 = 172$ m.

De put is dus ongeveer $\frac{172}{2} = 86$ m diep.

- aflezen van de tijd tussen de klap en het horen van de echo (met een marge van 0,01 s) 1
- opzoeken van de geluidssnelheid 1
- toepassen van de factor 2 1
- completeren van de berekening 1

19 maximumscore 4

uitkomst: $t = 4,4$ s

voorbeeld van een berekening:

Voor de beweging van de steen geldt: $y = \frac{1}{2}gt^2$, waarin $g = 9,81$ m/s².

Voor de valtijd van de steen geldt: $86 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2$, dus $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 86}{9,81}} = 4,19$ s.

Het geluid van de plons moet vervolgens (ongeveer) 86 m afleggen.

Volgens figuur 1 duurt dat (ongeveer) 0,25 s.

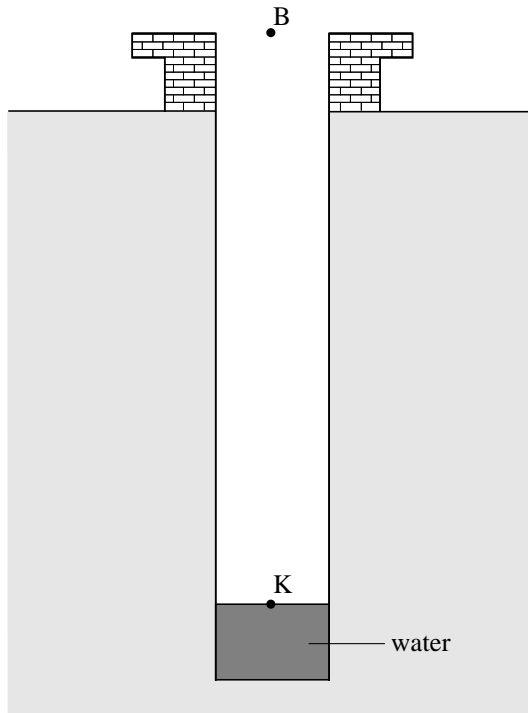
De tijd tussen het loslaten van de steen en het horen van de plons is dus $4,19 + 0,25 = 4,4$ s.

- inzicht dat $y = \frac{1}{2}gt^2$ met $g = 9,81$ m/s² 1
- berekenen van de valtijd t 1
- inzicht dat het geluid van de plons 86 m moet afleggen 1
- inzicht dat daar 0,25 s voor nodig is en completeren van de berekening 1

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

21 maximumscore 5

voorbeeld van antwoorden:



- Voor de grondtoon van de echopot geldt: $\ell = \frac{1}{4} \lambda$.
Dus $\lambda = 4\ell = 4 \cdot 86 = 344$ m.
De frequentie van de grondtoon is dan $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{344} = 1,0$ Hz.
- De resonantiefrequentie is 1,0 Hz en dat is te laag om te horen. /
De laagste frequentie die we kunnen horen is ongeveer 20 Hz.

- knoop **en** buik op de juiste plaats 1
- inzicht dat $\lambda = 4\ell$ 1
- gebruik van $v = f\lambda$ 1
- completeren van de berekening 1
- inzicht dat 1,0 Hz te laag is om te horen 1

Opmerkingen

- *Als bij de beantwoording van vraag 18 met een verkeerde geluidssnelheid is gerekend en die waarde hier opnieuw is gebruikt: geen aftrek.*
- *Als bij de derde deelvraag wordt opgemerkt dat er boventonen te horen (kunnen) zijn: goed rekenen.*

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

Opgave 6 Het parkietje van Tucker

22 maximumscore 5

uitkomst: $s = 1,6 \cdot 10^2$ m (met een marge van $0,1 \cdot 10^2$ m)

voorbeeld van een bepaling:

Omdat het rendement 25% is, verbruikt de parkiet voor het vliegen

$$E = 0,25 \cdot 60 = 15 \text{ J.}$$

Voor het vliegvermogen geldt: $P = \frac{E}{t}$, waarin $E = 15$ J en $P = 0,74$ W.

$$\text{Dus } t = \frac{E}{P} = \frac{15}{0,74} = 20,3 \text{ s.}$$

Voor de ‘afstand’ die de parkiet aflegt, geldt:

$$s = vt, \text{ waarin } v = 8,0 \text{ m/s en } t = 20,3 \text{ s.}$$

Hieruit volgt dat $s = 8,0 \cdot 20,3 = 1,6 \cdot 10^2$ m.

- inzicht dat voor het vliegen 25% van 60 J nodig is 1
- gebruik van $P = \frac{E}{t}$ 1
- gebruik van $s = vt$ 1
- aflezen van P 1
- completeren van de bepaling 1

23 maximumscore 2

voorbeeld van antwoorden:

- De luchtweerstand neemt toe als de snelheid toeneemt.
- Om in de lucht te blijven. / Om de zwaartekracht te overwinnen.

per juist antwoord 1

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

24 maximumscore 3

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Bij een snelheid van 10 m/s levert de parkiet een vermogen van 0,81 W.

De verrichte arbeid per meter is dan $\frac{0,81}{10} = 0,081$ J/m.

Bij een snelheid van 8,0 m/s is de verrichte arbeid per meter

$\frac{0,74}{8,0} = 0,093$ J/m.

(Dus verricht de parkiet bij een snelheid van 10 m/s inderdaad minder arbeid per meter dan bij een snelheid van 8,0 m/s.)

- aflezen van het vliegvermogen bij (8,0 m/s en) 10 m/s (elk met een marge van 0,02 W) 1
- inzicht dat de verrichte arbeid gelijk is aan $\frac{P}{v}$ 1
- berekenen van de arbeid per meter in beide situaties 1

Opmerking

Voor beide methodes geldt dat als bij de beantwoording van vraag 22 het vermogen verkeerd is afgelezen en die waarde hier wordt gebruikt: geen aftrek.

methode 2

Bij een snelheid van 10 m/s levert de parkiet een vermogen van 0,81 W.

Bij die snelheid legt de parkiet 1,0 m af in $\frac{1,0}{10} = 0,10$ s.

De verrichte arbeid per meter is dan $0,81 \cdot 0,10 = 0,081$ J/m.

Bij een snelheid van 8,0 m/s is de verrichte arbeid per meter

$0,74 \cdot \frac{1,0}{8,0} = 0,093$ J/m.

(Dus verricht de parkiet bij een snelheid van 10 m/s inderdaad minder arbeid per meter dan bij een snelheid van 8,0 m/s.)

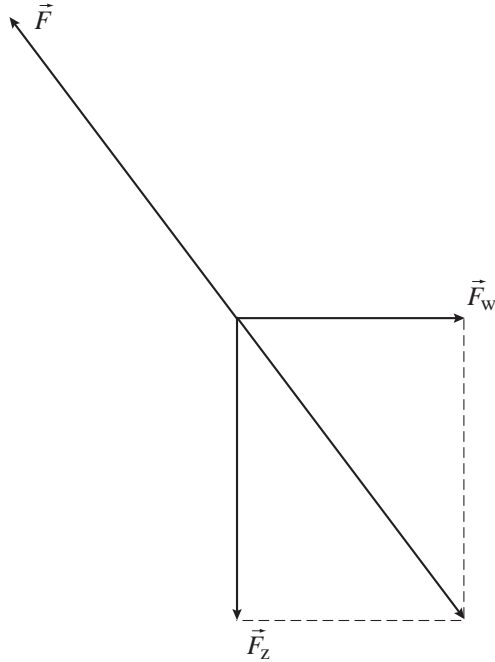
- aflezen van het vliegvermogen bij (8,0 m/s en) 10 m/s (elk met een marge van 0,02 W) 1
- inzicht dat de verrichte arbeid gelijk is aan Pt met $t = \frac{1}{v}$ 1
- berekenen van de arbeid per meter in beide situaties 1

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

25 maximumscore 5

voorbeelden van een antwoord:

methode 1



$$F_z = mg = 0,036 \cdot 9,81 = 0,353 \text{ N.}$$

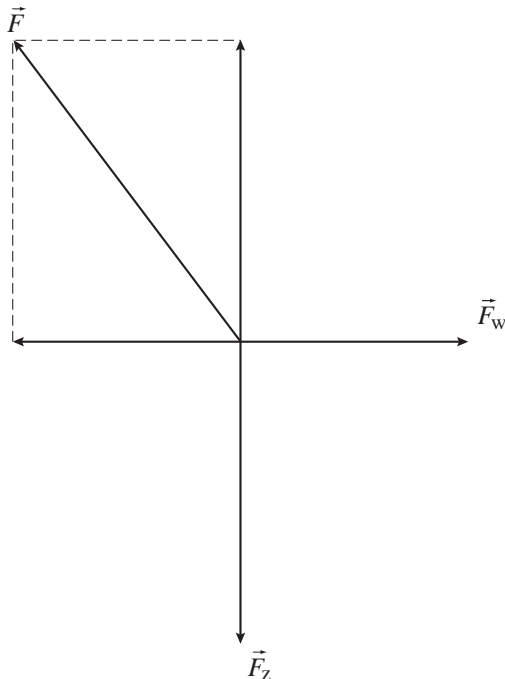
De lengte van de vector \vec{F}_z is 4,0 cm dus 1,0 cm komt overeen

met 0,0883 N. De lengte van de vector \vec{F} is 5,0 cm dus de grootte van \vec{F} is $5,0 \cdot 0,0883 = 0,44 \text{ N}$.

- tekenen van de vectorsom van \vec{F}_z en \vec{F}_w 1
- tekenen van de kracht \vec{F} , even groot en tegengesteld aan deze vectorsom 1
- gebruik van $F_z = mg$ met m in kg 1
- bepalen van de schaalfactor of inzicht dat $F = \frac{5}{4} F_z$ 1
- completeren van de bepaling 1

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

methode 2



$$F_z = mg = 0,036 \cdot 9,81 = 0,353 \text{ N.}$$

De lengte van de vector \vec{F}_z is 4,0 cm dus 1,0 cm komt overeen met 0,0883 N. De lengte van de vector \vec{F} is 5,0 cm dus de grootte van \vec{F} is $5,0 \cdot 0,0883 = 0,44 \text{ N}$.

- tekenen van de twee krachten, even groot en tegengesteld aan \vec{F}_z en \vec{F}_w 1
- tekenen van de kracht \vec{F} als de vectorsom van die krachten 1
- gebruik van $F_z = mg$ met m in kg 1
- bepalen van de schaalfactor of inzicht dat $F = \frac{5}{4} F_z$ 1
- completeren van de bepaling 1

26 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

In 1,0 s neemt de zwaarte-energie toe met $\Delta E_z = mg\Delta h = 0,036 \cdot 9,81 \cdot 0,70 = 0,25 \text{ J}$.

Het parkietje levert dus een extra vermogen van 0,25 W.

- gebruik van $E_z = mgh$ 1
- inzicht dat ΔP gelijk is aan de toename van de zwaarte-energie in 1 s 1
- completeren van de berekening 1